Laststufenschalter
OILTAP® RM

Montage- und Inbetriebnahmeanleitung

4441811/01 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 Qualifikation des Personals 14
2.5 Persönliche Schutzausrüstung 15

3 Produktbeschreibung 17
3.1 Lieferumfang 17
3.2 Laststufenschalter 17
3.2.1 Funktionsbeschreibung 17
3.2.2 Aufbau/Ausführungen 18
3.2.3 Typenschild und Seriennummer 21
3.2.4 Schutzeinrichtungen 21
3.3 Antriebswelle 28
3.3.1 Funktionsbeschreibung 28
3.3.2 Aufbau/Ausführungen 29
3.4 Ölfilteranlage OF 100 34

4 Verpackung, Transport und Lagerung 35
4.1 Verpackung 35
4.1.1 Eignung 35
4.1.2 Markierungen 36
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 Vorbereitende Arbeiten ... 40
5.1.1 Aufbauflansch auf Transformatordeckel anbringen ... 40
5.1.2 Stehbolzen auf Aufbauflansch anbringen ... 41
5.2 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Normalausführung) ... 42
5.2.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen ... 42
5.2.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen ... 50
5.2.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen ... 55
5.2.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen ... 56
5.2.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen ... 56
5.2.6 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen ... 59
5.2.7 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen ... 72
5.2.8 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen ... 73
5.3 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Glockenkesselausführung) ... 75
5.3.1 Laststufenschalter in Tragkonstruktion einhängen ... 75
5.3.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen ... 82
5.3.3 Übersetzungsmessung vor der Trocknung durchführen ... 87
5.3.4 Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator durchführen ... 88
5.3.5 Laststufenschalter im Trocknungsofen trocknen ... 88
5.3.6 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch (Unterteil) abheben ... 91
5.3.7 Glockenkessel aufsetzen und Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden ... 98
5.3.8 Laststufenschalter im Transformatorkessel trocknen ... 108
5.3.9 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen ... 122
5.3.10 Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen ... 123
5.4 Schutzeinrichtungen und Antriebskomponenten anbauen ... 125
5.4.1 Schaltüberwachungseinrichtung anschließen ... 125
5.4.2 Schutzrelais in Rohrleitung einbauen und anschließen ... 125
5.4.3 Druckwächter einbauen und anschließen ... 137
5.4.4 Motorantrieb anbauen ... 139
5.4.5 Antriebswelle anbauen ... 139
5.4.6 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln ... 198
5.4.7 Motorantrieb elektrisch anschließen ... 198
6 Inbetriebnahme ... 199
6.1 Inbetriebnahme des Laststufenschalters beim Transformatorhersteller ... 199
6.1.1 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften ... 200
6.1.2 Laststufenschalter erden ... 201

6.1.3 Motorantrieb überprüfen ... 203
6.1.4 Hochspannungsprüfungen am Transformator ... 203
6.2 Transport des Transformators zum Aufstellungsort ... 205
6.2.1 Transport mit abgebautem Antrieb ... 205
6.2.2 Transport mit gefülltem Transformatortank und ohne Ölausdehnungsgefäß ... 205
6.2.3 Transport mit leerem Transformatortank ... 206
6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort ... 207
6.3.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen ... 207
6.3.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften ... 209
6.3.3 Motorantrieb überprüfen ... 210
6.3.4 Schutzrelais überprüfen ... 211
6.3.5 Druckwächter überprüfen ... 212
6.3.6 Transformator in Betrieb nehmen ... 213

7 Störungsbeseitigung ... 214
7.1 Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 216
7.1.1 Stauklappe in Stellung BETRIEB ... 217
7.1.2 Stauklappe in Stellung AUS ... 217
7.1.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 218
7.2 Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 219
7.2.1 Taster in Stellung BETRIEB ... 219
7.2.2 Taster in Stellung AUS ... 220
7.2.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen ... 220

8 Technische Daten ... 221
8.1 Zulässige Umgebungsbedingungen ... 221
8.2 Technische Daten Schutzrelais ... 221
8.3 Sonderausführungen Schutzrelais ... 225
8.3.1 Schutzrelais mit Auslöseschalter Wechsler CO ... 225
8.3.2 Schutzrelais mit mehreren Schutzgasmagnetschaltröhren ... 226
8.4 Technische Daten Druckwächter ... 227
8.5 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten ... 228

9 Zeichnungen ... 229
9.1 OILTAP® RM, Einbauzeichnung (897597) ... 229
9.2 OILTAP® RM, Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen (897595) ... 230
9.3 OILTAP® RM, Einbaulage der Wähleranschlusskontakte (897596) ... 231
9.4 OILTAP® RM, Laststufenschalterkopf (893899) ... 232

9.5 OILTAP® RM, Stützflansch für Glockenkesseleinbau (896762) 233
9.6 Anreißschablone für Laststufenschalterkopf (890183) 234
9.7 Hebetraverse für Glockenkesseleinbau (890180) 235
9.8 Steckschlüssel für Kerosinablassschraube (890182) 236
9.9 Winkelgetriebe CD 6400, Maßzeichnung (892916) 237

Glossar 238

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

Zulässige elektrische Betriebsbedingungen

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

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

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

2.2 Bestimmungswidrige Verwendung

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

Unzulässige elektrische Betriebsbedingungen

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

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

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

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

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

2.3 Grundlegende Sicherheitshinweise

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

Persönliche Schutzausrüstung

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

- Für die jeweilige Tätigkeit persönliche Schutzausrüstung wie einen Helm, Arbeitsschutzschuhe, etc. tragen.
- Niemals beschädigte persönliche Schutzausrüstung tragen.

- Niemals Ringe, Ketten und anderen Schmuck tragen.
- Bei langen Haaren Haarnetz tragen.

Arbeitsbereich

Unordnung und unbeleuchtete Arbeitsbereiche können zu Unfällen führen.

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

Arbeiten im Betrieb

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

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

Explosionsschutz

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

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

Sicherheitskennzeichnungen

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

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

Umgebungsbedingung

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

- Angegebene Betriebsbedingungen und Anforderungen an den Aufstellort beachten.

Hilfsstoffe und Betriebsstoffe

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

- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [►Abschnitt 8.1, Seite 221] verwenden.
- Ausschließlich leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen verwenden, die für brennbare Flüssigkeiten zugelassen sind.
- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Schmierstoffe und Hilfsstoffe verwenden.
- Hersteller kontaktieren.

Veränderungen und Umbauten

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

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

Ersatzteile

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

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

2.4 Qualifikation des Personals

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

Elektrofachkraft

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

- Die Elektrofachkraft erkennt selbständig mögliche Gefahren und ist in der Lage sie zu vermeiden.
- Die Elektrofachkraft ist in der Lage, Arbeiten an elektrischen Anlagen auszuführen.

- Die Elektrofachkraft ist speziell für das Arbeitsumfeld ausgebildet, in dem sie tätig ist.
- Die Elektrofachkraft muss die Bestimmungen der geltenden gesetzlichen Vorschriften zur Unfallverhütung erfüllen.

Elektrotechnisch unterwiesene Personen

Eine elektrotechnisch unterwiesene Person wird durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei 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.

2.5 Persönliche Schutzausrüstung

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

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

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 3: Persönliche Schutzausrüstung

3 Produktbeschreibung

3.1 Lieferumfang

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

- Lastumschalter (Ölgefäß mit Lastumschaltereinsatz)
- Wähler
- Motorantrieb
- Antriebswelle mit Kupplungsteilen und Winkelgetriebe
- Schutzeinrichtungen
- 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 35].

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.

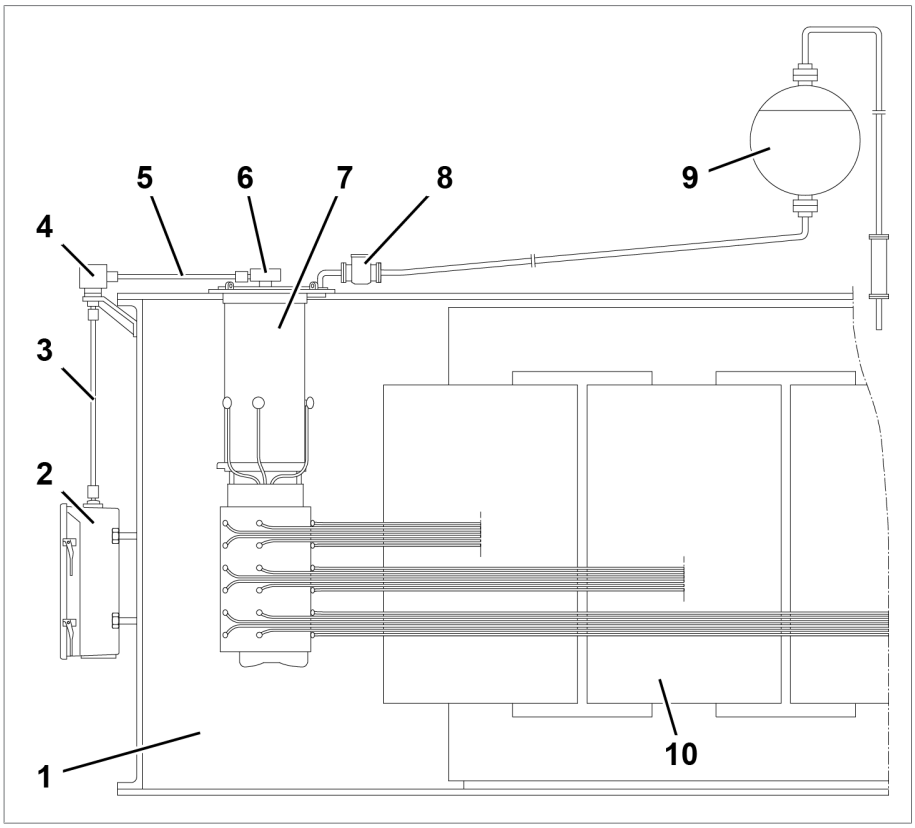


Abbildung 1: Systemübersicht Laststufenschalter Transformator

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

3.2.2 Aufbau/Ausführungen

Der Laststufenschalter besteht aus Laststufenschalterkopf, Ölgefäß mit eingebautem Lastumschaltereinsatz und dem darunter angebauten Feinwähler (auf Wunsch auch mit Vorwähler).

Der Aufbau und die Bezeichnung der wichtigsten Laststufenschalterkomponenten können aus den Einbauzeichnungen im Anhang entnommen werden.

Die Anzahl der maximalen Betriebsstellungen des Laststufenschalters kann aus den Technischen Daten entnommen werden.

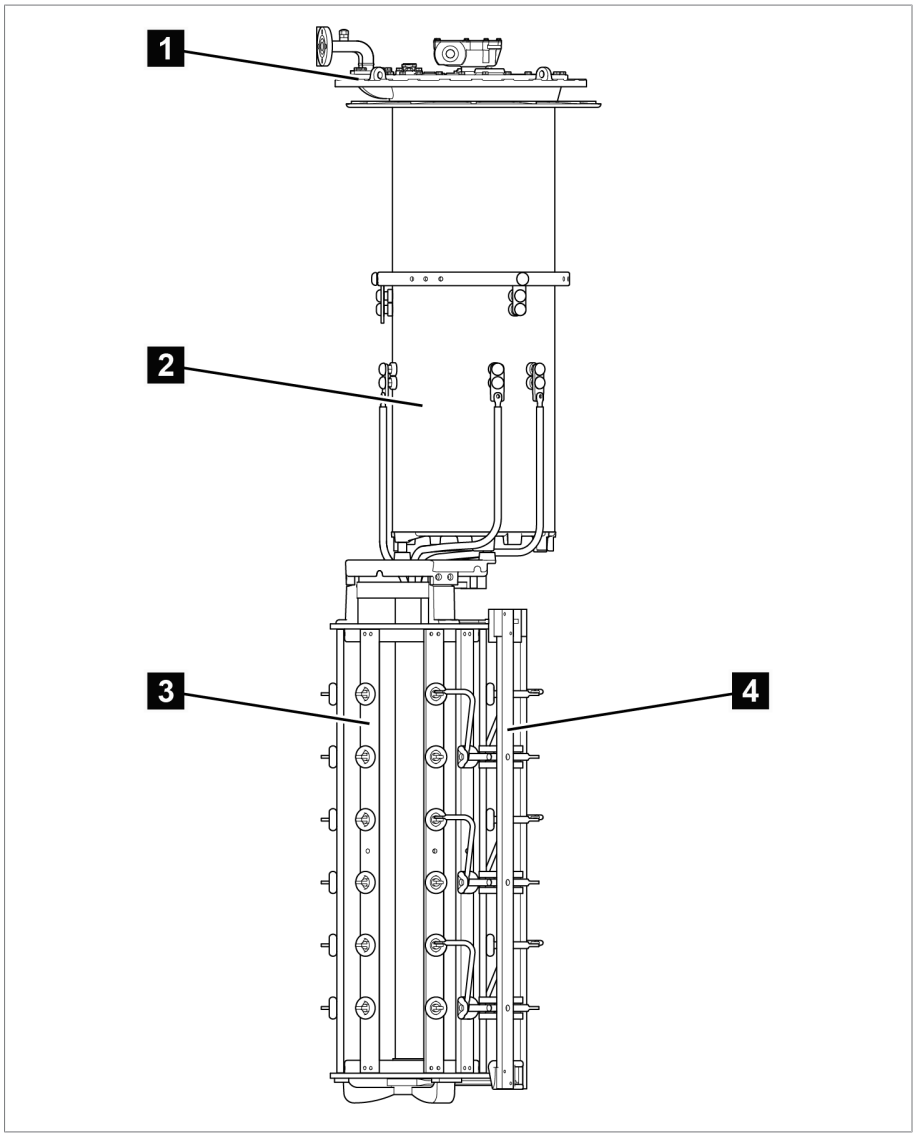


Abbildung 2: Laststufenschalter OILTAP® RM

1	Laststufenschalterkopf	3	Feinwähler
2	Ölgefäß	4	Vorwähler

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 ohne Klemmenkasten für die Schaltüberwachungseinrichtung sind nach Lockern des Druckrings frei schwenkbar.

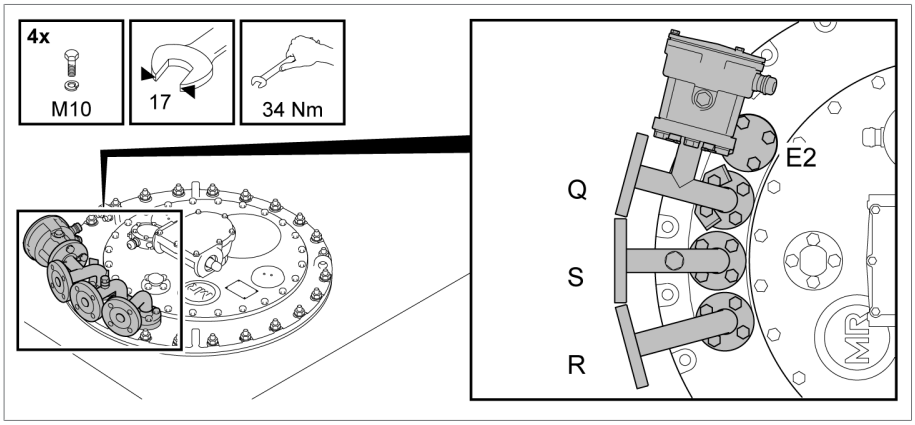


Abbildung 3: Rohrleitungsanschlüsse mit Rohrleitungsbögen

Rohrleitungsanschluss Q

Der Rohrleitungsanschluss Q ist durch einen Blinddeckel verschlossen. Abhängig vom Laststufenschaltertyp werden durch den Rohrleitungsanschluss entweder die Anschlusskabel der optional gelieferten Schaltüberwachungseinrichtung geführt oder die Ölfilteranlage am Rohrleitungsanschluss angeschlossen.

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 mit Seriennummer befindet sich auf dem Laststufenschalterkopfdeckel.

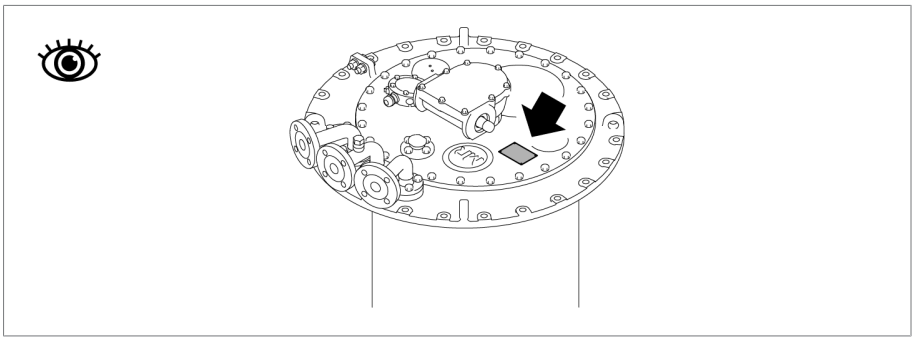


Abbildung 4: Typenschild

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. 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

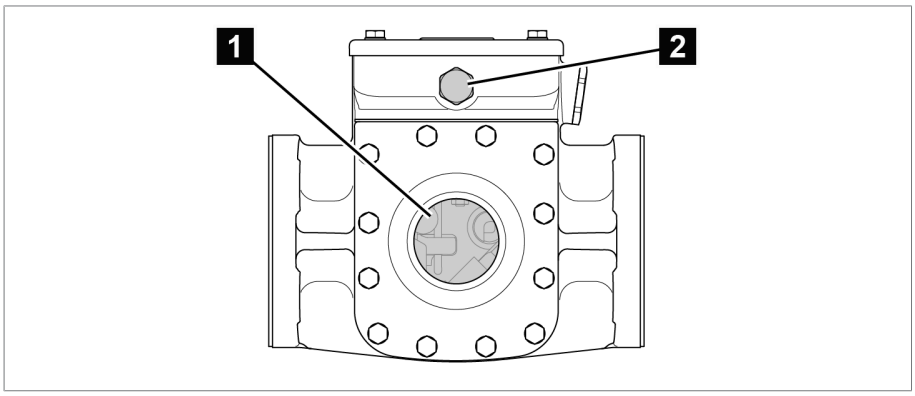


Abbildung 5: Schutzrelais RS 2001

1	Schauglas	2	Druckausgleichselement

Rückansicht

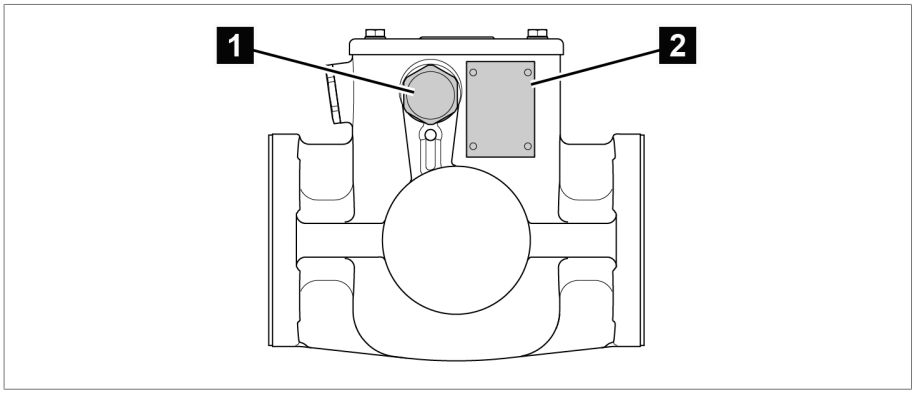


Abbildung 6: Schutzrelais RS 2001

1	Blindstopfen	2	Typenschild

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

Ansicht von oben

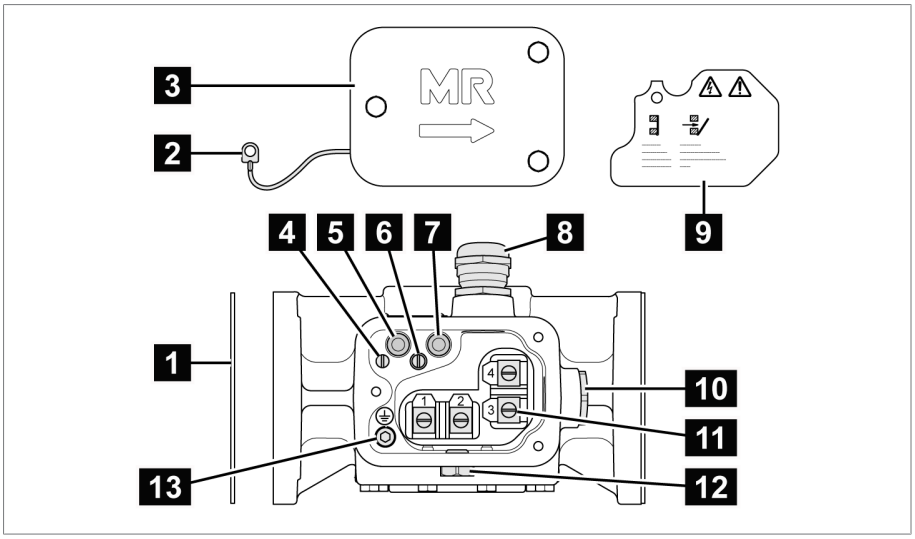


Abbildung 7: Schutzrelais RS 2001

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

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

3.2.4.1.3 Typenschild

Das Typenschild befindet sich auf der Rückseite des Schutzrelais.

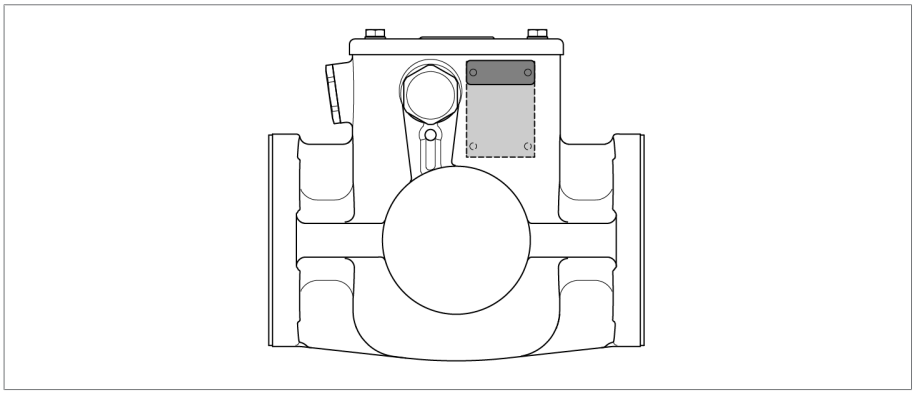


Abbildung 8: Typenschild

3.2.4.2 Druckwächter DW

3.2.4.2.1 Funktionsbeschreibung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.4.2.2 Aufbau/Ausführungen

Es gibt zwei Varianten des Druckwächters:

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

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

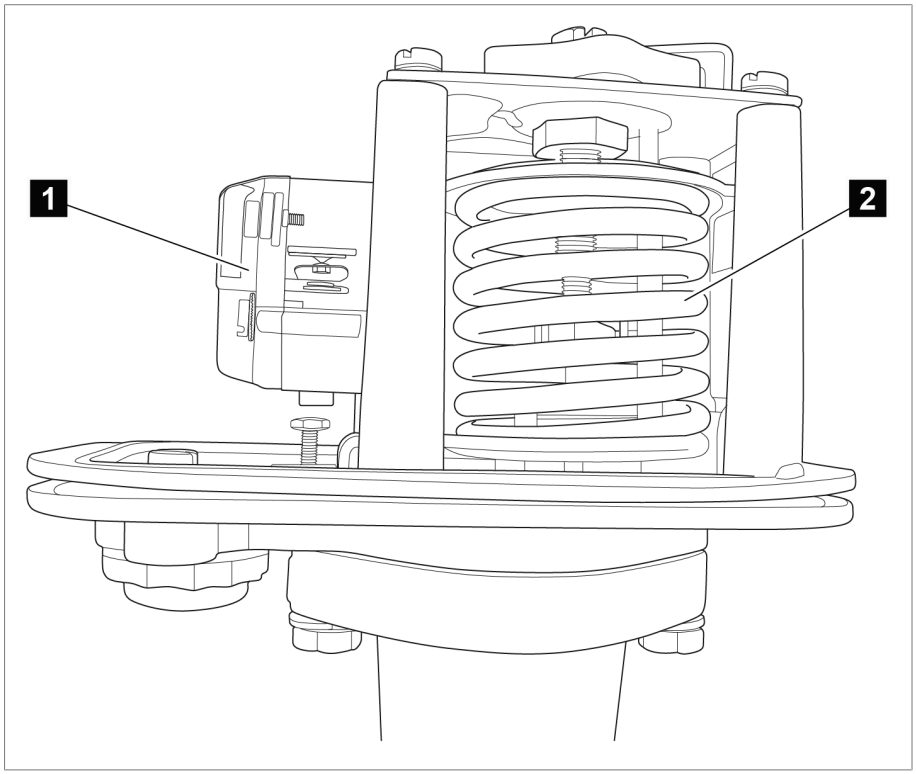


Abbildung 9: Schnappschalter und Druckmesswerk

1	Schnappschalter	2	Druckmesswerk

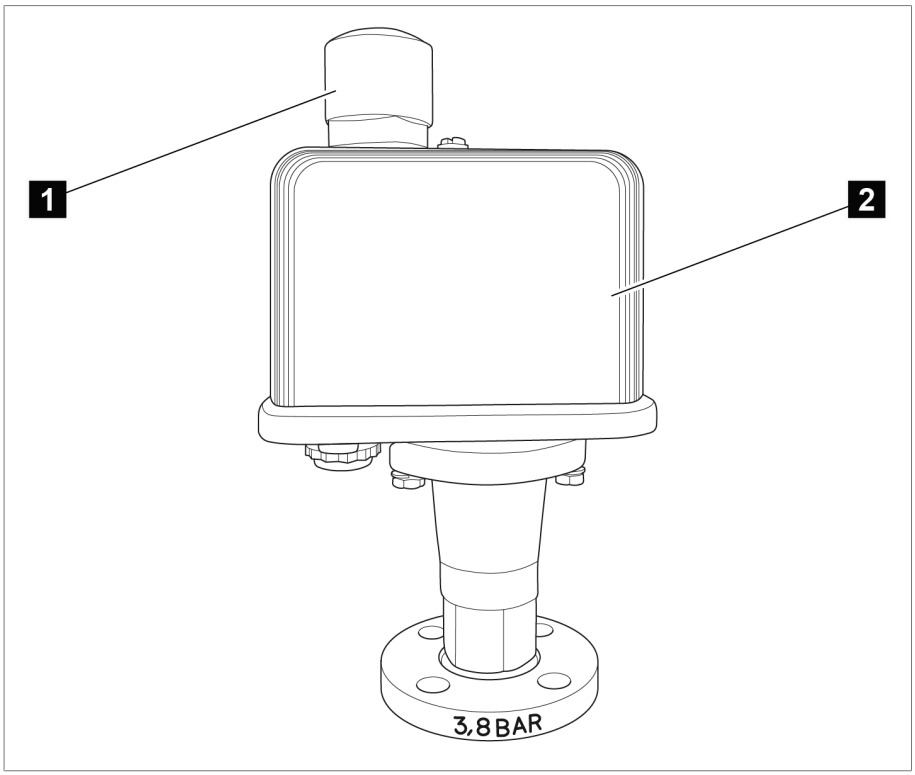


Abbildung 10: Druckwächter mit Abdeckkappe und Belüftung

1	Belüftung	2	Abdeckkappe

3.2.4.3 Berstscheibe

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

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

3.2.4.4 Druckentlastungsventil MPreC®

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

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

3.2.4.5 Schaltüberwachungseinrichtung

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

3.2.4.6 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 Laststufenschalter/Umsteller.

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

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

3.3.2 Aufbau/Ausführungen

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

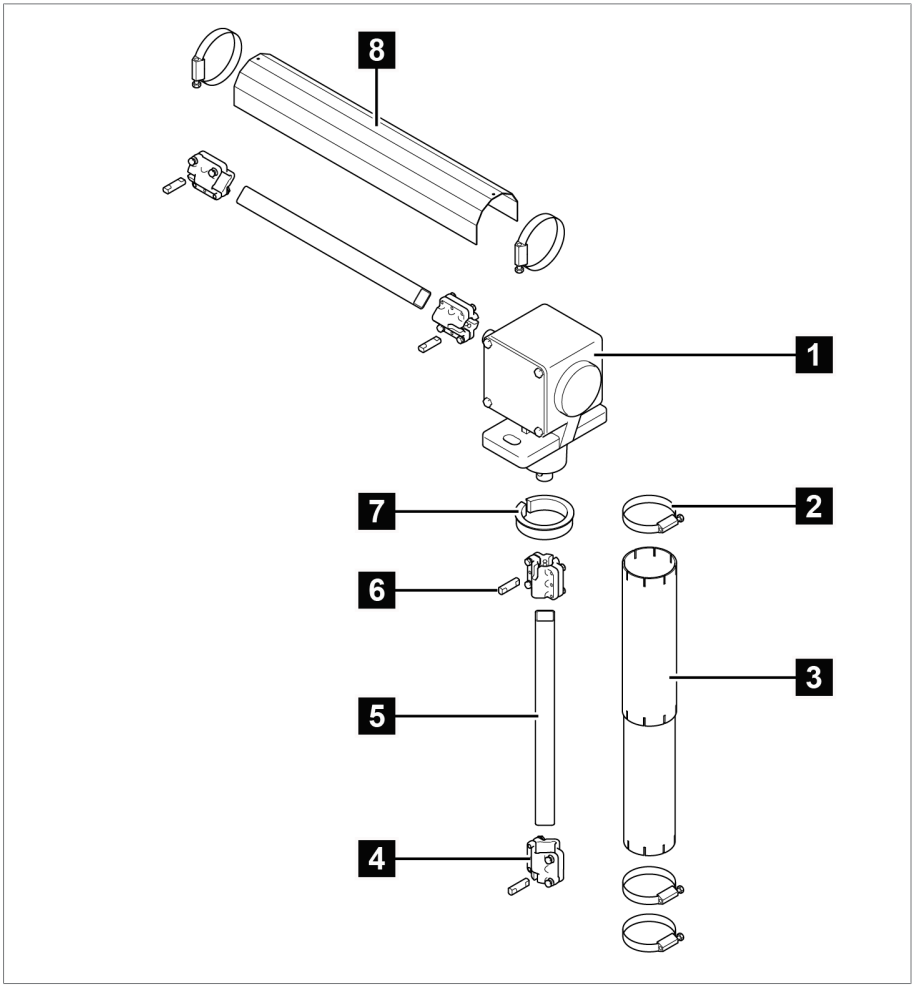


Abbildung 11: Komponenten der Antriebswelle

1	Winkelgetriebe	2	Schlauchschelle
3	Teleskopschutzrohr	4	Kupplungsschale
5	Vierkantrohr	6	Kupplungsbolzen
7	Adapterring	8	Schutzblech

3.3.2.1 Antriebswelle ohne Wellengelenke, ohne Isolator

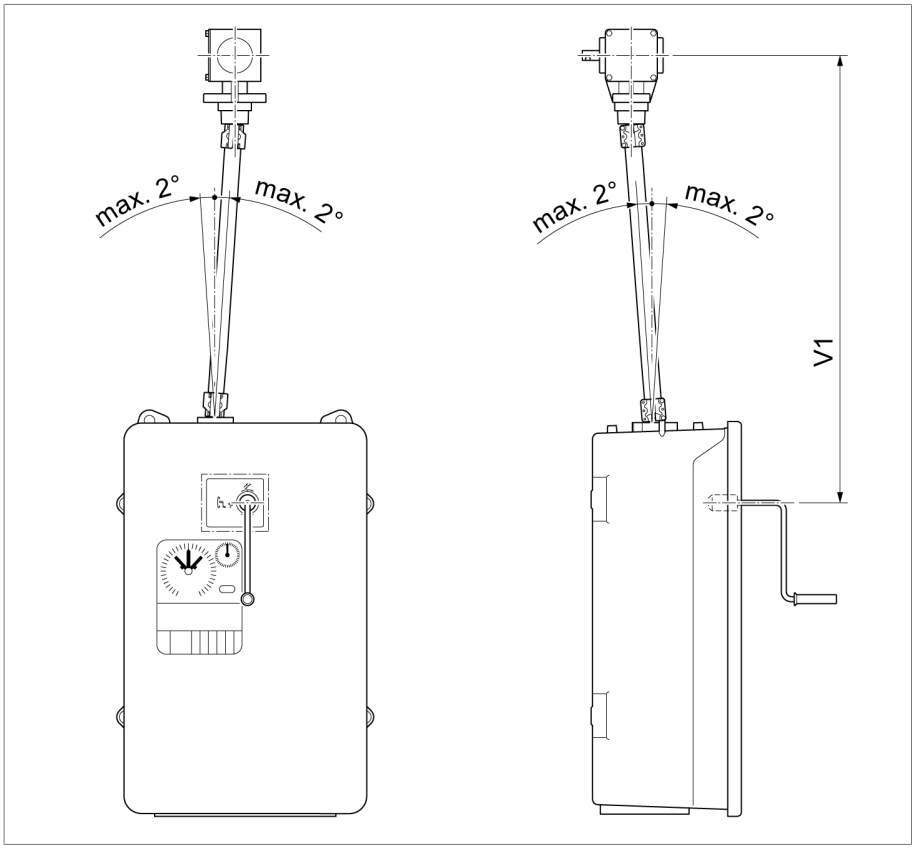


Abbildung 12: Antriebswelle ohne Wellengelenke, ohne Isolator (= Normalausführung)

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

3.3.2.2 Antriebswelle ohne Wellengelenke, mit Isolator

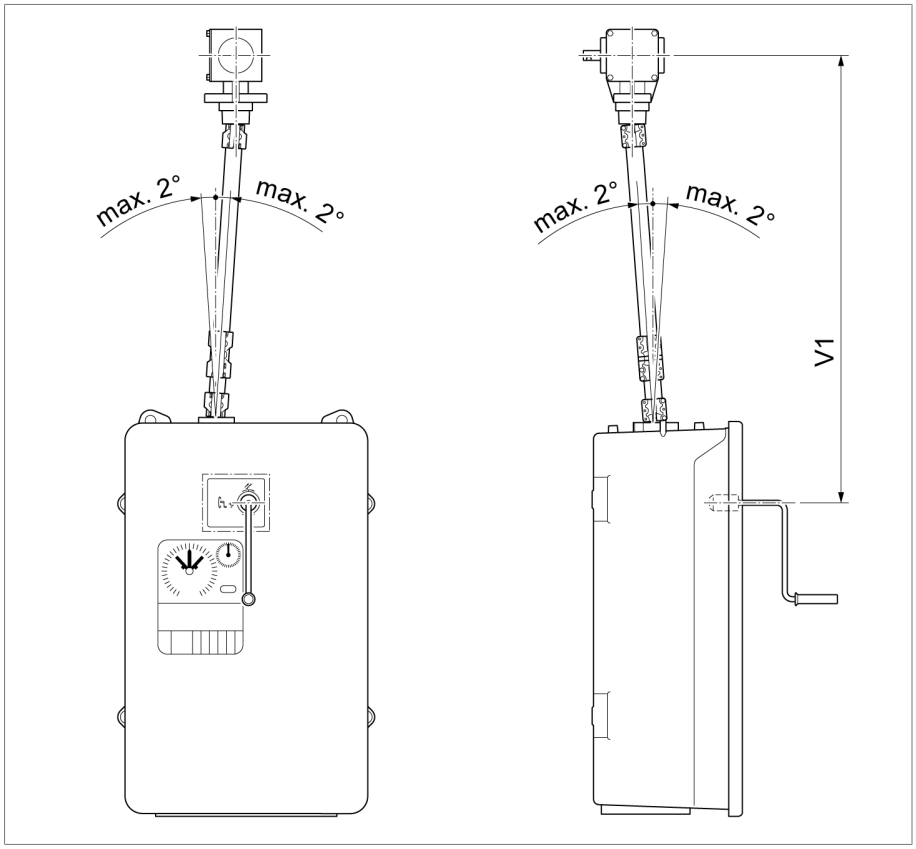


Abbildung 13: Antriebswelle ohne Wellengelenke, mit Isolator (= Sonderausführung)

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

3.3.2.3 Antriebswelle mit Wellengelenken, ohne Isolator

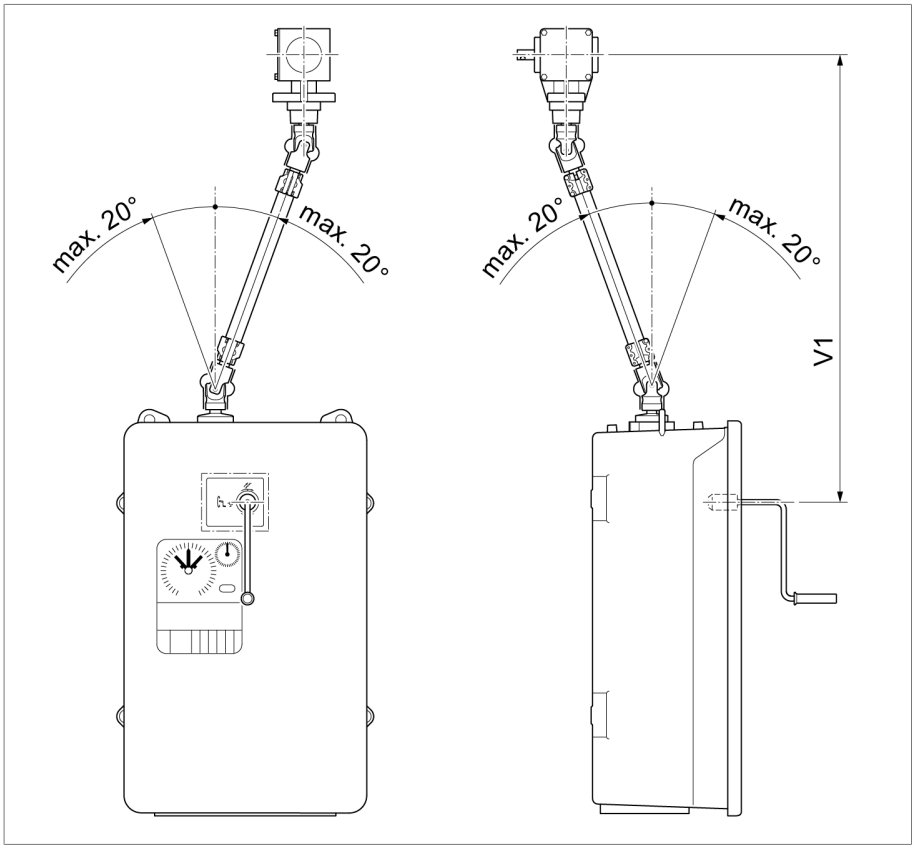


Abbildung 14: Antriebswelle mit Wellengelenken, ohne Isolator (= Sonderausführung)

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

3.3.2.4 Antriebswelle mit Wellengelenken, mit Isolator

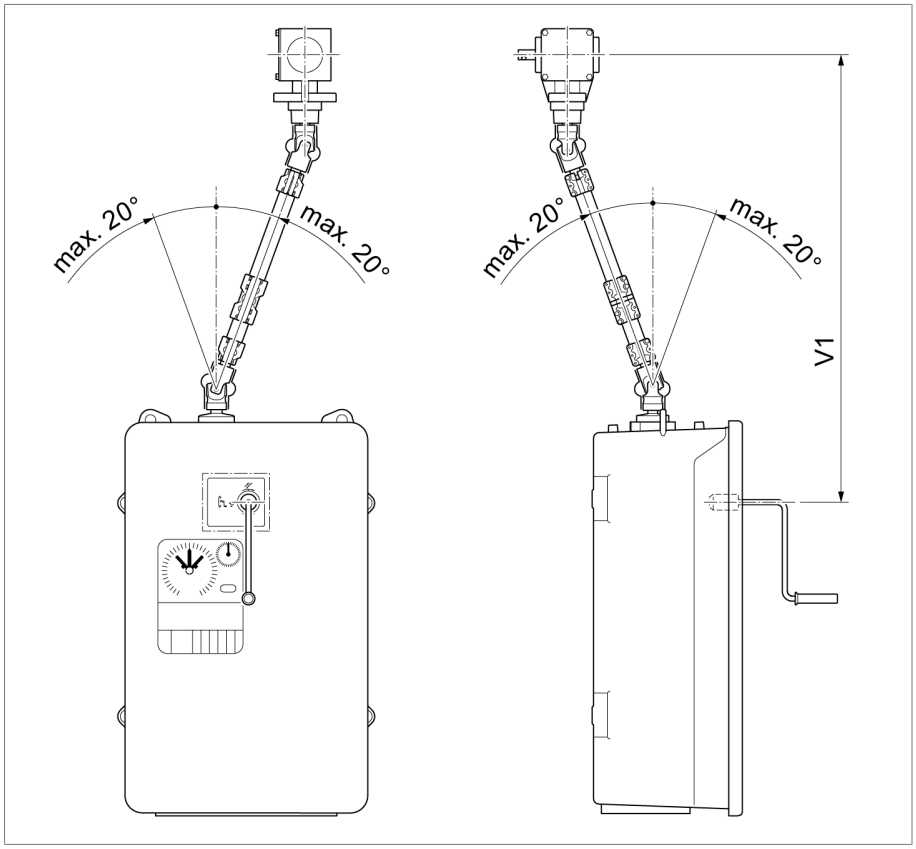


Abbildung 15: Antriebswelle mit Wellengelenken, mit Isolator (= Sonderausführung)

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

3.4 Ölfilteranlage OF 100

Die Ölfilteranlage OF 100 dient mit Papierfilterpatrone zur Reinigung und mit Kombifilterpatrone zur Reinigung und Trocknung der Isolierflüssigkeit des Laststufenschalters.

Bei Laststufenschaltern mit einer Schaltzahl von mehr als 15.000 Schaltungen pro Jahr empfehlen wir die Verwendung der Ölfilteranlage OF 100 mit Papierfilterpatrone. Dadurch können sich die Wartungsintervalle verlängern.

Weitere Informationen finden Sie in der MR-Betriebsanleitung „Ölfilteranlage OF 100“.

Bei Einsatz des Laststufenschalters OILTAP® RM in Ländern mit tropischem und subtropischem Klima und starken Temperaturschwankungen empfehlen wir den Einsatz der Ölfilteranlage OF 100 mit Kombifilterpatrone zur Erhaltung der dielektrischen Eigenschaften der Isolierflüssigkeit.

Bei Laststufenschalter OILTAP® RM mit Um≥245 kV (Isolation gegen Erde) müssen Sie die Ölfilteranlage OF 100 mit Kombifilterpatrone verwenden.

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.

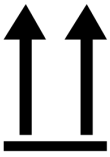
				
Vor Nässe schützen	Oben	Zerbrechlich	Hier anschlagen	Schwerpunkt

Tabelle 4: 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

⚠ 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 Vorbereitende Arbeiten

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

5.1.1 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.

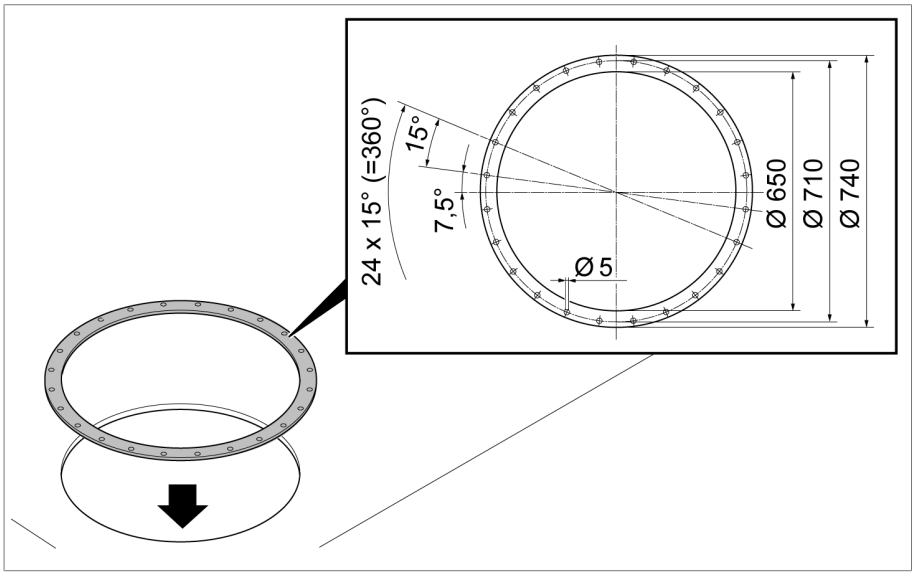


Abbildung 16: Aufbauflansch

5.1.2 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.

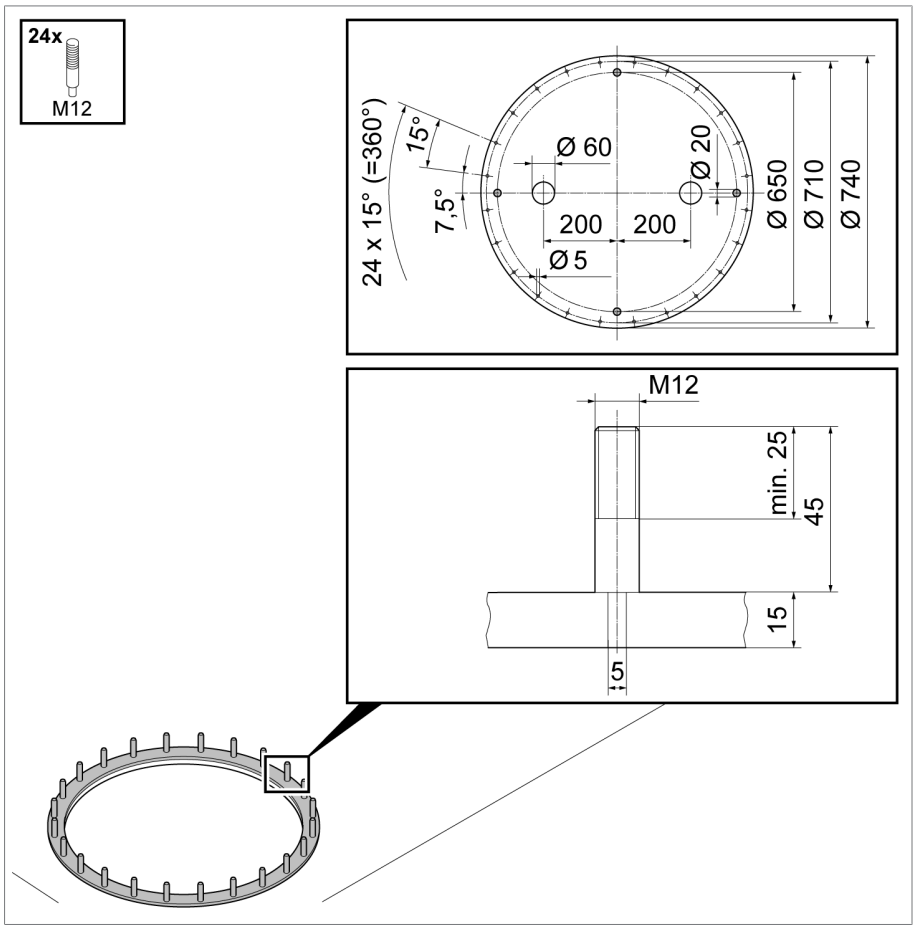


Abbildung 17: Anreißschablone, Stehbolzen

5.2 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Normalausführung)

5.2.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen

5.2.1.1 Ölgefäß am Transformatordeckel befestigen

1. **⚠ VORSICHT!** Ölgefäß auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern. Ein instabil aufgestelltes Ölgefäß kann kippen und zu Verletzungen und Sachschäden führen.
2. Rot eingefärbtes Verpackungsmaterial und Transportmaterial vom Ölgefäß entfernen.
3. Dichtungsflächen an Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf säubern, ölbeständige Dichtung auf Aufbauflansch legen.

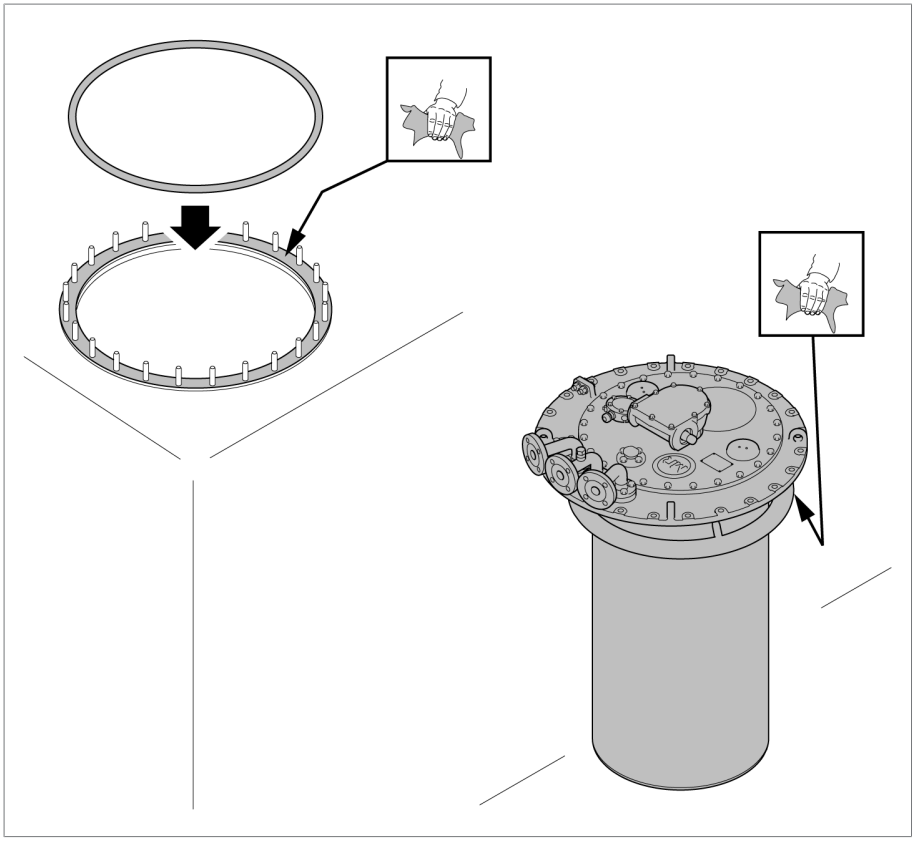


Abbildung 18: Dichtungsflächen, Dichtung

4. **ACHTUNG!** Ölgefäß am Laststufenschalterkopf anheben und vorsichtig in die Deckelöffnung des Transformators absenken. Beim Absenken darauf achten, die Schirmringe nicht zu beschädigen (nur bei Um ≥ 170 kV vorhanden).

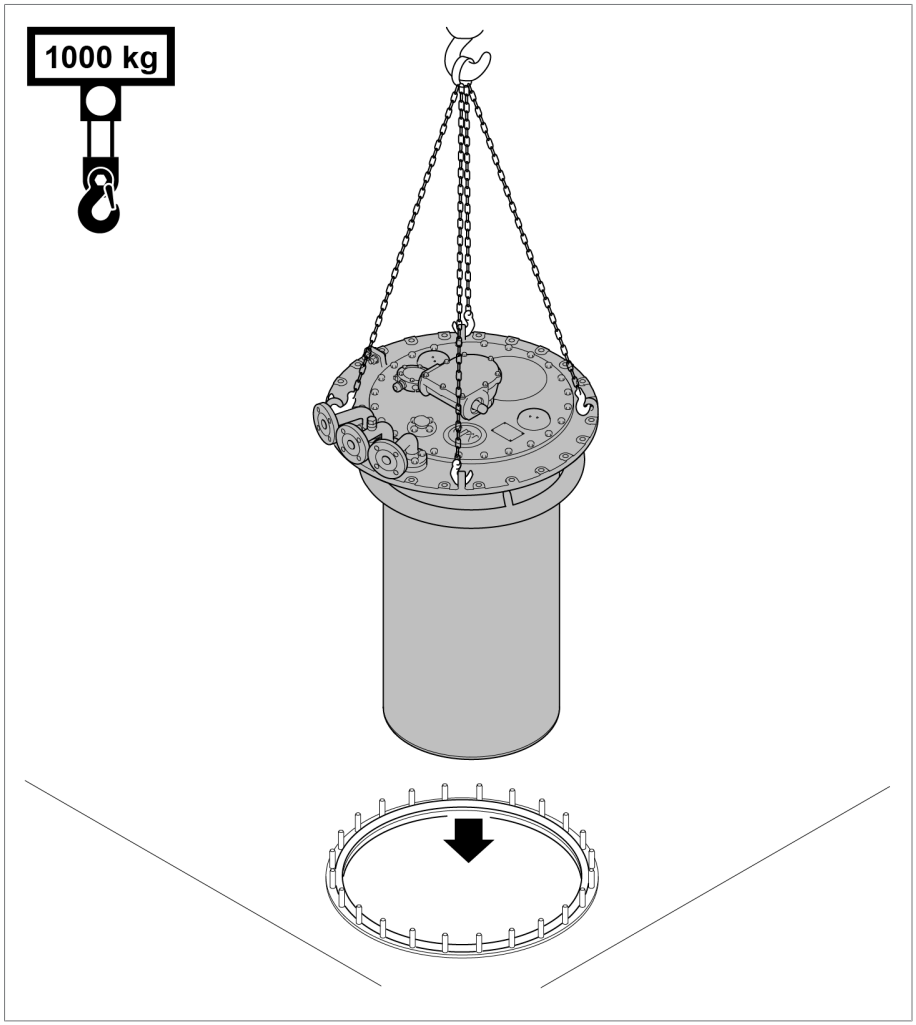


Abbildung 19: Ölgefäß

5. Einbaulage des Laststufenschalterkopfes auf konstruktiv vorgegebene Einbaulage prüfen.

6. Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch verschrauben.

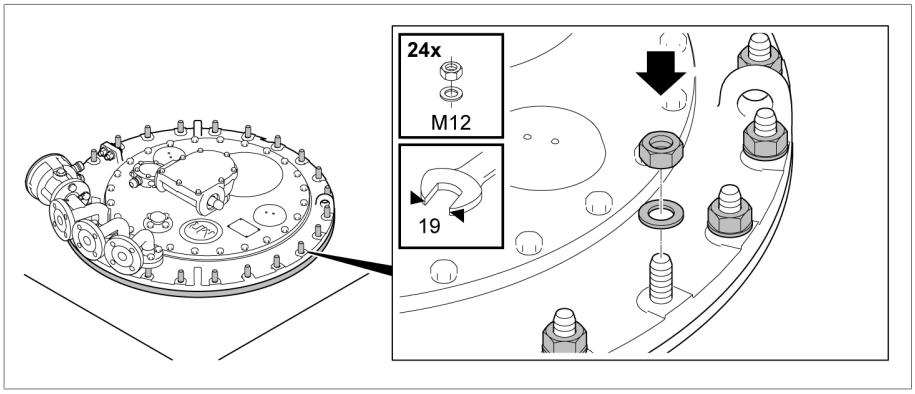


Abbildung 20: Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch

7. Arretierungsblech von Kupplung des Ölgefäßbodens entfernen.

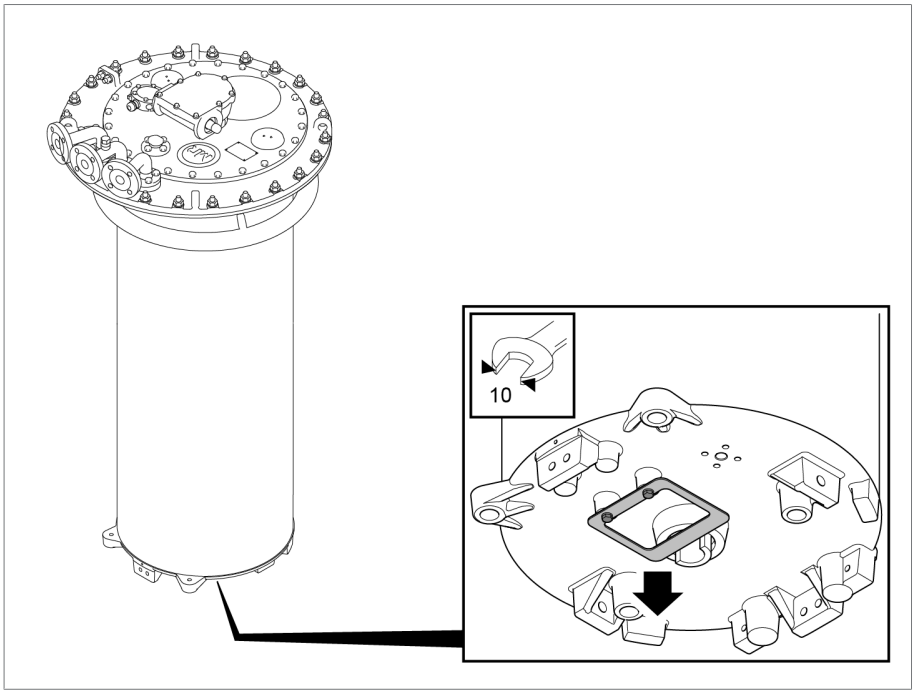


Abbildung 21: Arretierungsblech

5.2.1.2 Wähler am Ölgefäß befestigen

1. **⚠ WARNUNG!** Wähler auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern. Ein instabil aufgestellter Wähler kann kippen und zu schweren Verletzungen oder Sachschäden führen!
2. Schrauben und Muttern vom Wähler entfernen und bereitlegen. Die roten Muttern dienen nur als Transportsicherung und werden zur Befestigung des Wählers am Ölgefäß nicht benötigt.

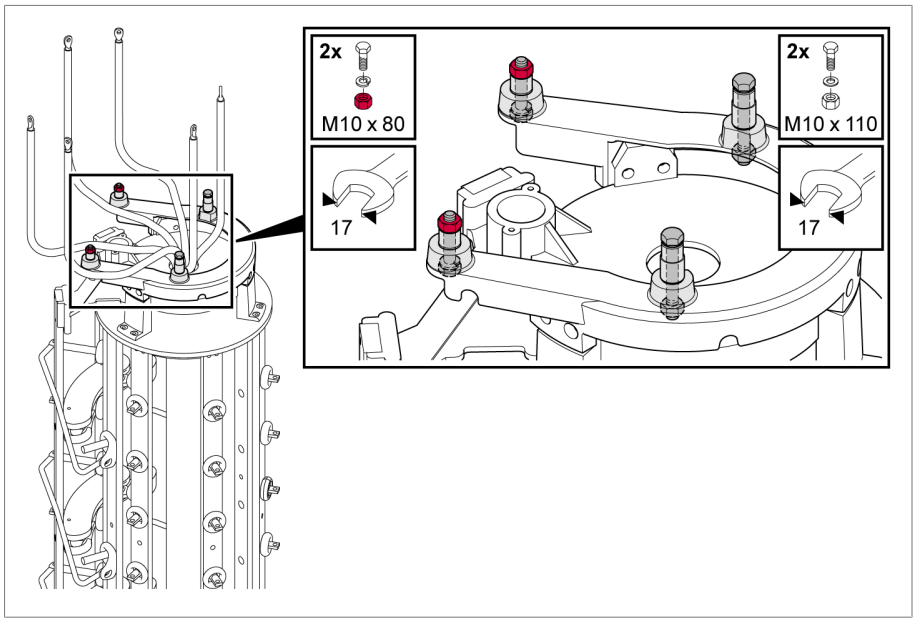


Abbildung 22: Befestigungsmaterial

3. Arretierungsband von Wählerkupplung entfernen. Wählerkupplung danach nicht mehr verdrehen.

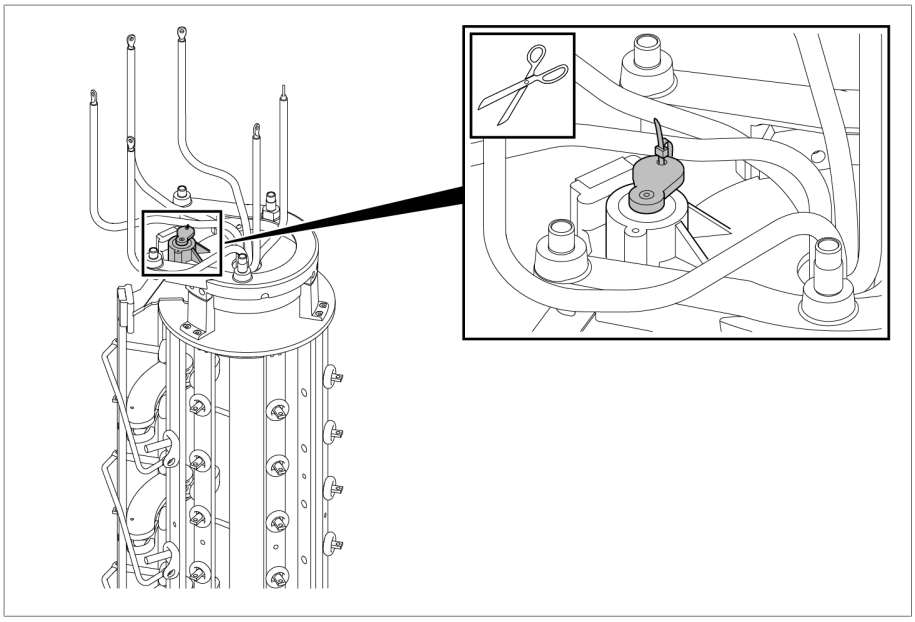


Abbildung 23: Wählerkupplung mit Arretierungsband

4. Wähler auf Hubgerät bringen. Das Gewicht des Wählers beträgt maximal 200 kg.
5. ***ACHTUNG!*** Wähler vorsichtig unter dem Ölgefäß anheben und sicherstellen, dass die Wählerableitungen beim Anheben des Wählers am Ölgefäß frei gehen und dieses nicht berühren. Andernfalls kann es zu Schäden an den Wählerableitungen kommen.
6. Lage der beiden Kupplungsteile und Befestigungspunkte von Ölgefäß und Wähler aufeinander abstimmen. Die richtige Lage der beiden Kupplungsteile ist in den mitgelieferten Justierplänen dargestellt.

7. Wähleraufhängung mit Ölgefäß verschrauben.

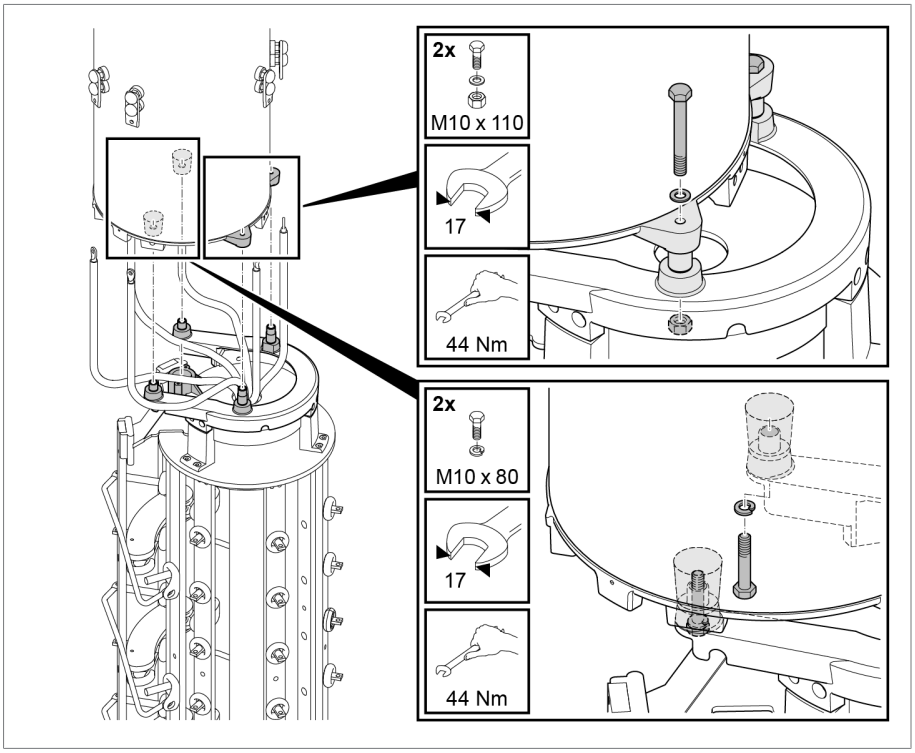


Abbildung 24: Ölgefäß und Wähler verschraubt

8. Rote Abstellfüße am Wählerboden entfernen (falls vorhanden).

5.2.1.3 Wählerableitungen anschließen

Gehen Sie wie folgt vor, um die Wählerableitungen anzuschließen:

OILTAP® RM III 600 Y

1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.

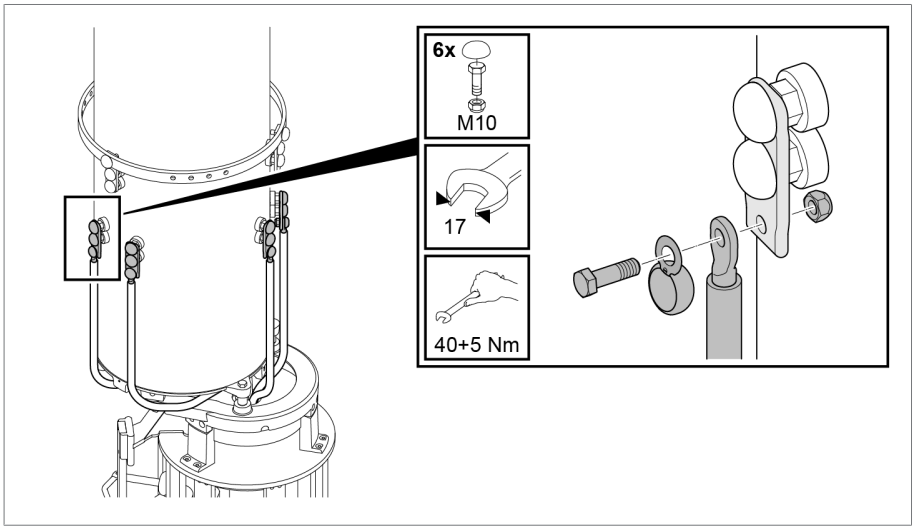
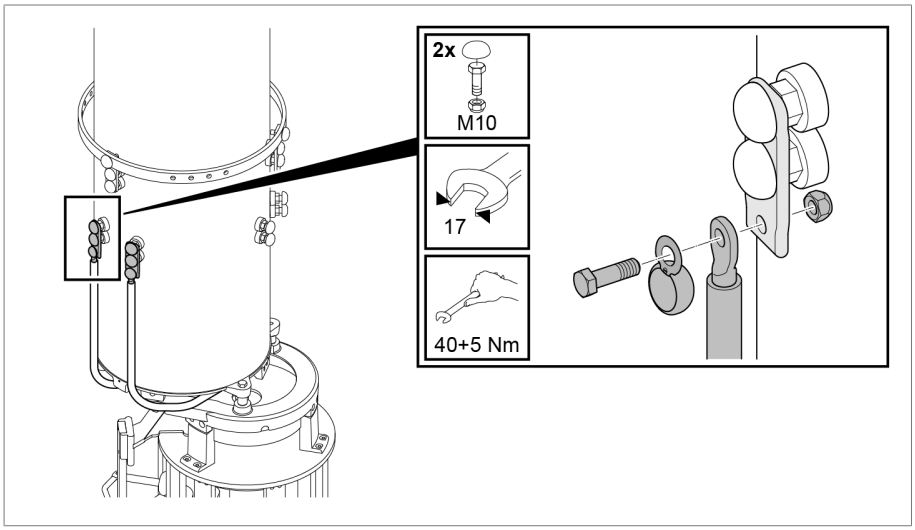


Abbildung 25: Wählerableitungen OILTAP® RM III 600 Y

OILTAP® RM I 601

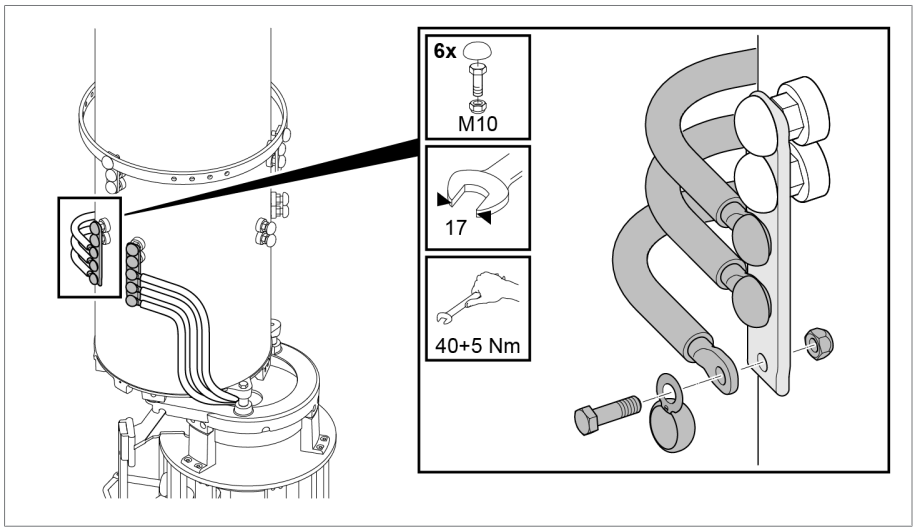
1. **ACHTUNG!** 2 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitungen OILTAP® RM I 601

OILTAP® RM I 1201

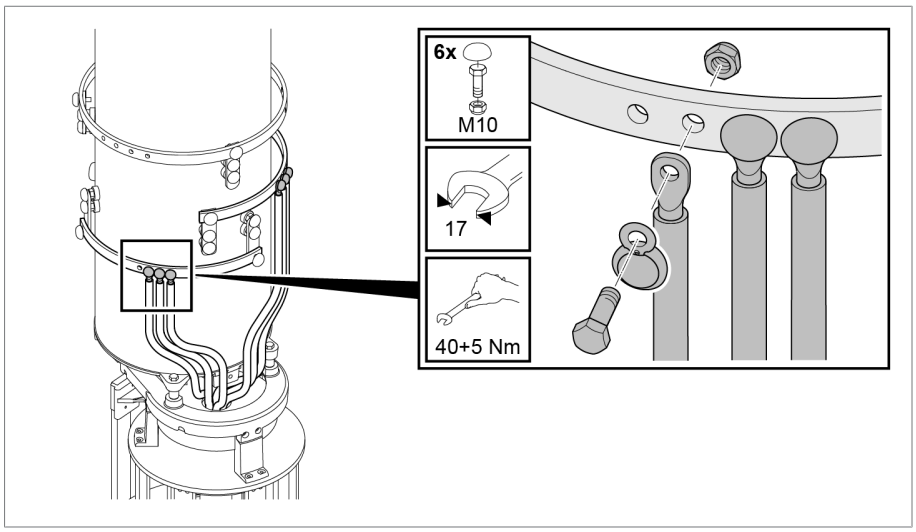
1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitung OILTAP® RM I 1201

OILTAP® RM I 1502

1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Verbindungsringe schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitung OILTAP® RM I 1502

5.2.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

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

- ► Anschlüsse sorgfältig herstellen.
- ► Anschlusskontakte nicht verdrehen.
- ► Anschlussleitungen verspannungsfrei anschließen.
- ► Anschlussleitungen gegebenenfalls mit einem Dehnungsbogen ausführen.
- ► Mitgelieferte Abschirmkappen auf Schraubverbindungen anbringen.

Schließen Sie die Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung nach dem der Lieferung beigefügten Anschlussschaltbild an.

5.2.2.1 Wähleranschlusskontakte

Die Anschlusskontakte des Wählers sind an den Wählerstäben bezeichnet.

Die Anschlusskontakte des Feinwählers sind mit einer Durchgangsbohrung für M10-Schrauben versehen, so dass Sie die Wählerableitungen mit Kabelschuhen anschließen können. Die Durchgangsbohrungen der Anschlusskontakte liegen entsprechend der Laststufenschalterausführung waagerecht oder senkrecht.

Auf Wunsch werden Abschirmkappen mitgeliefert. Legen Sie dabei je Abschirmkappe einen Federring unter.

Die Anschlussschrauben und Federringe sind nicht im Lieferumfang enthalten.

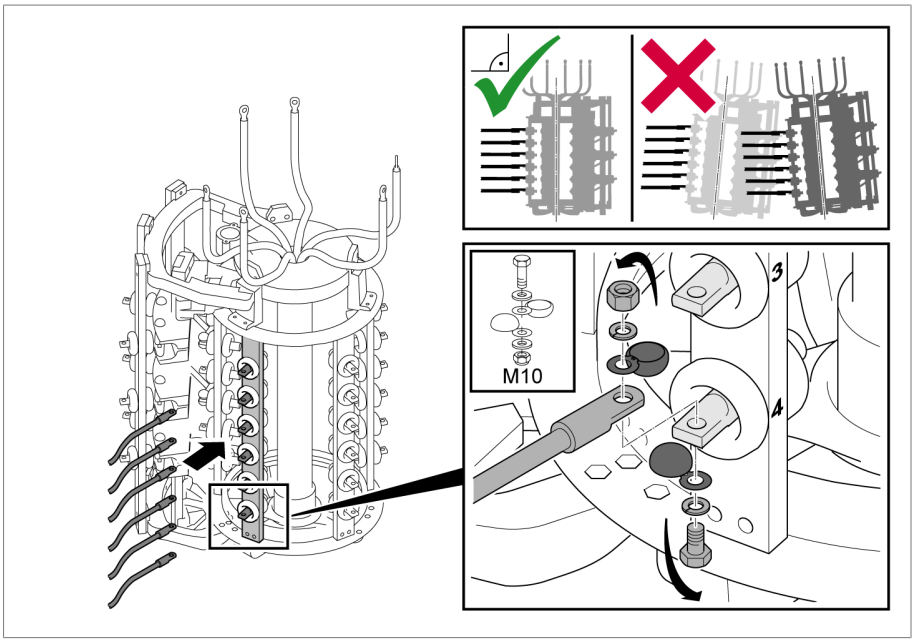


Abbildung 26: Wähleranschlusskontakt mit Abschirmkappen

5.2.2.2 Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Regelwicklungsanschlussleitungen mit zu geringem Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers blockieren den Vorwähler und führen so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Regelwicklungsanschlussleitungen im Bereich des Vorwählers so verlegen, dass sie ausreichend Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers haben.

Die Vorwähleranschlusskontakte (+) und (-) sind bei Wenderschaltung als Anschlusslaschen mit Durchgangsbohrung für M10-Schrauben ausgeführt.

Der Anschlusskontakt K ist als verlängerter Feinwähleranschlusskontakt mit Durchgangsbohrung für M10-Schrauben ausgeführt.

1. Regelwicklungsanschlussleitungen gemäß mitgeliefertem Anschlussschaltbild am Vorwähler befestigen. Kabelschuhe und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Jede Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern. Dabei zwingend Abschirmkappen befestigen, wenn diese im Lieferumfang enthalten sind.

3. Abschirmkappen schließen und auf korrekten Sitz achten. Schraubenkopf und Mutter müssen komplett abgedeckt sein.

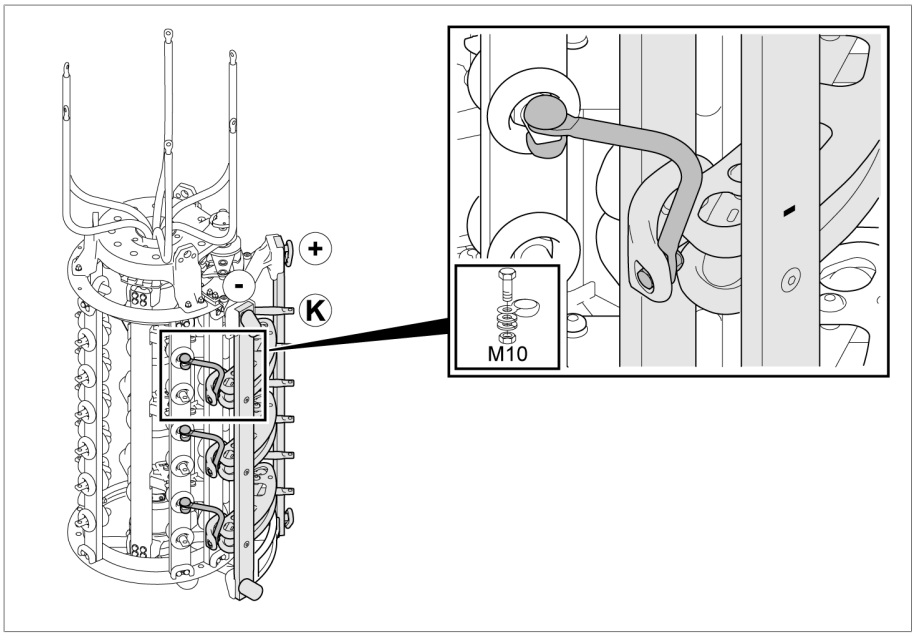


Abbildung 27: Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung

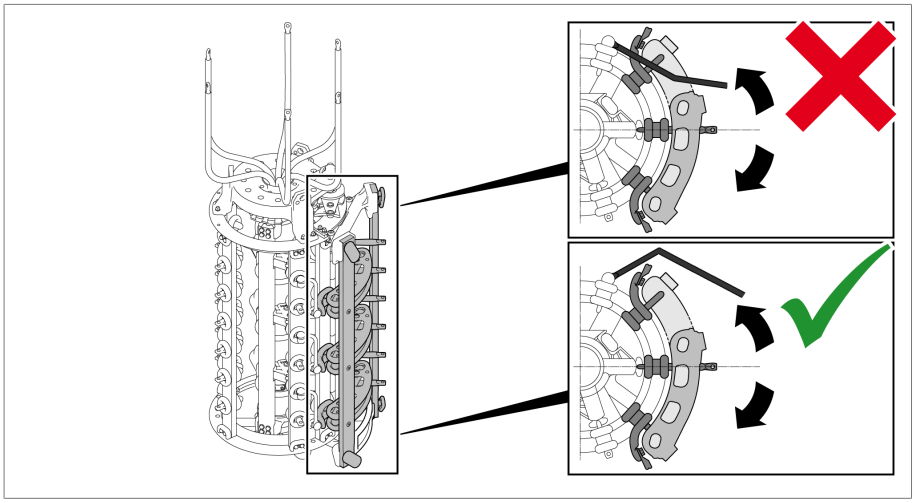


Abbildung 28: Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung (Draufsicht)

5.2.2.3 Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Regelwicklungsanschlussleitungen mit zu geringem Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers blockieren den Vorwähler und führen so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Regelwicklungsanschlussleitungen im Bereich des Vorwählers so verlegen, dass sie ausreichend Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers haben.

Die Vorwähleranschlusskontakte (+) und (-) sind bei Grobstufenschaltung mit den Feinwählerkontakten äußerlich identisch (Durchgangsbohrung für M10-Schrauben, stets senkrecht angeordnet).

1. Regelwicklungsanschlussleitungen gemäß mitgeliefertem Anschlussschaltbild am Vorwähler befestigen. Kabelschuhe und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Jede Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern. Dabei zwingend Abschirmkappen befestigen, wenn diese im Lieferumfang enthalten sind.
3. Abschirmkappen schließen und auf korrekten Sitz achten. Schraubenkopf und Mutter müssen komplett abgedeckt sein.

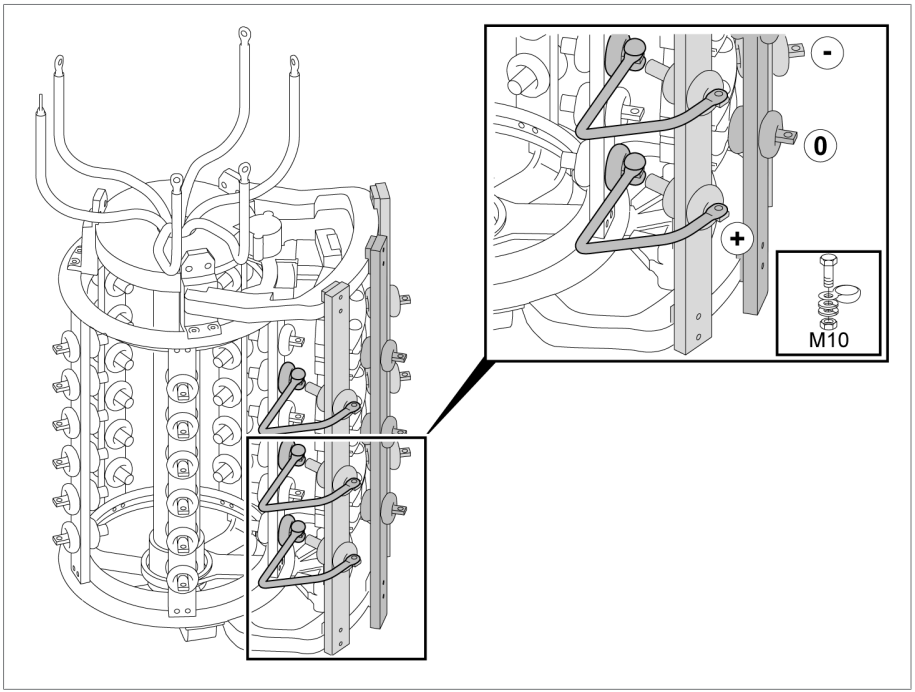


Abbildung 29: Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung

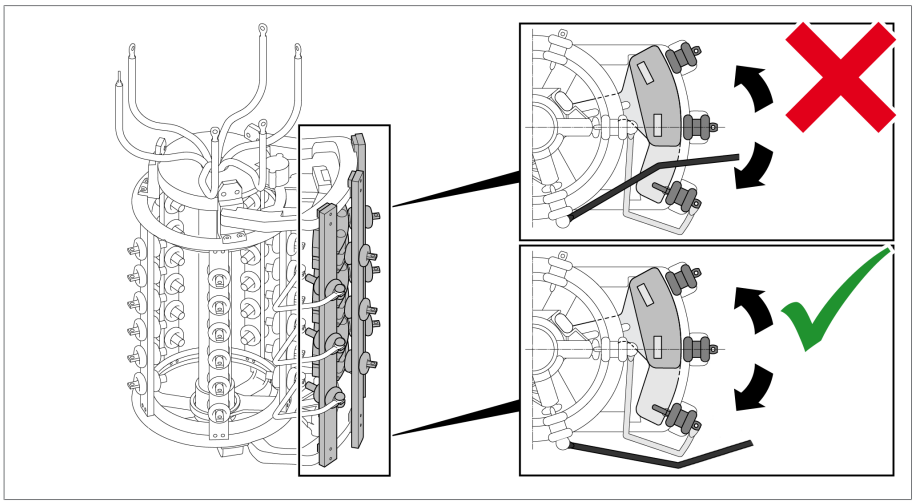


Abbildung 30: Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung (Draufsicht)

5.2.2.4 Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen

Wenn Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen technisch notwendig sind oder von Ihnen bestellt wurden, wird der Wähler mit bereits montierten Brücken und Abschirmkappen ausgeliefert.

Detaillierte Informationen zu den Brücken können Sie dem Anhang entnehmen (siehe Seite [▶Abschnitt 9.2, Seite 230]).

5.2.2.5 Laststufenschalterableitung anschließen

Am Ableitring des Ölgefäßes sind an mehreren Stellen Durchgangsbohrungen von 12,5 mm Durchmesser zum Anschluss der Laststufenschalterableitung vorhanden.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Laststufenschalterableitung anzuschließen:

1. Laststufenschalterableitung mit Kabelschuh und Schraube an beliebiger Durchgangsbohrung am Ableitring anschließen. Kabelschuh und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Schraubenlänge beachten. Mindestabstand 2 mm zum Ölgefäß einhalten.

3. Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern.

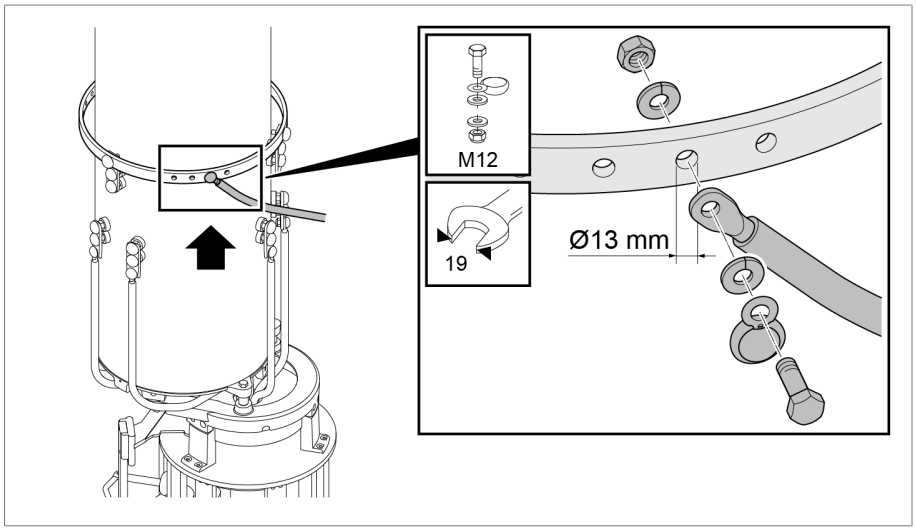


Abbildung 31: Ableitring am Ölgefäß

5.2.3 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.

5.2.4 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 5: Maximal zulässige Messströme bei Gleichstromwiderstandsmessung am Transformator

5.2.5 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.

5.2.5.1 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, Druckwächter, Druckentlastungsventil, Winkelgetriebe, Temperaturfühler, Ölfilteranlage. 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 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.

5.2.5.2 Kerosintrocknung im Trocknungsofen

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

1. **ACHTUNG!** Kerosinablassschraube zwischen Ölgefäßboden und Wählergetriebe im Uhrzeigersinn bis zum Auftreten der Schwergängigkeit herausdrehen. Kerosinablassschraube niemals komplett herausdrehen.

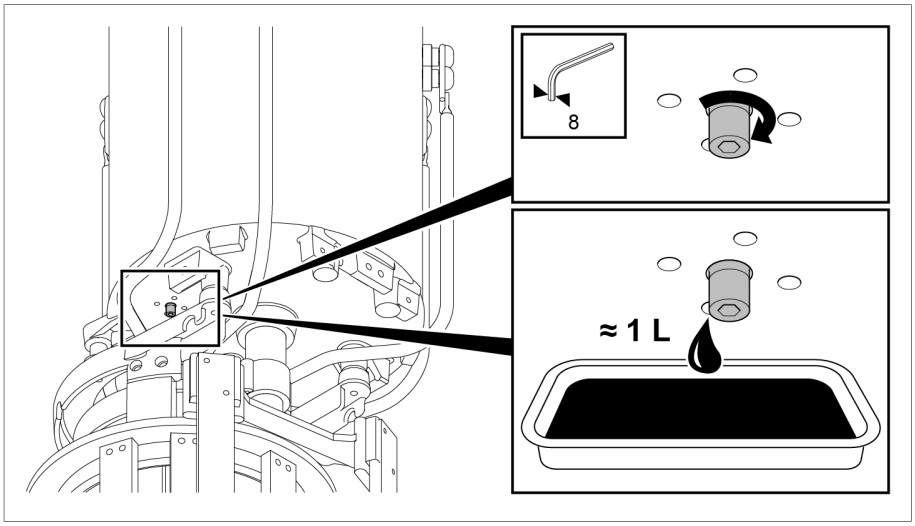


Abbildung 32: Kerosinablassschraube

2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sicherungselementen) und außerhalb des Vakuumofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
3. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör (Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Druckwächter, Druckentlastungsventil, Winkelgetriebe, Temperaturfühler, Ölfilteranlage) abbauen und außerhalb des Ofens aufbewahren. 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 schließen (Anziehmoment 20 Nm). Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator.

5.2.6 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.

5.2.6.1 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 mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

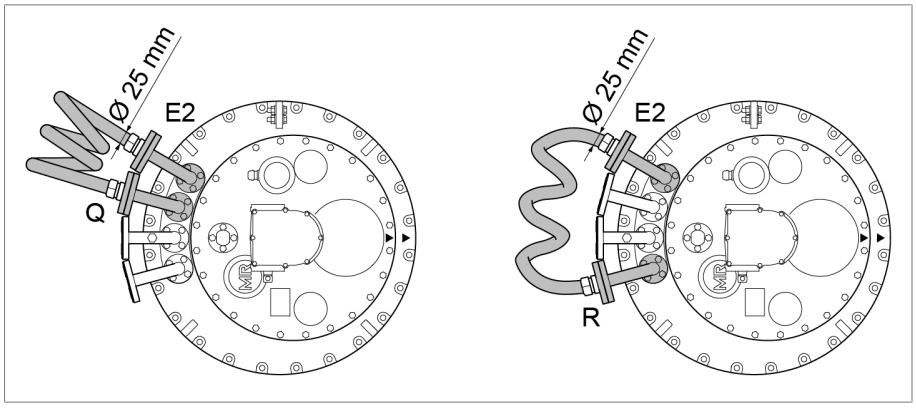


Abbildung 33: Verbindungsleitung

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.

Falls Sie nach der Trocknung erneut eine Übersetzungsmessung durchführen möchten, so gehen Sie wie im Abschnitt „Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen“ [►Abschnitt 5.2.8, Seite 73] beschrieben vor.

5.2.6.2 Kerosintrocknung im Transformatorkessel

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

Die Kerosinablassschraube befindet sich im Ölgefäßboden und ist im Allgemeinen von außen nicht zugänglich. Sie müssen daher zuerst den Lastumschaltereinsatz ausbauen, die Kerosinablassschraube öffnen und dann den Lastumschaltereinsatz wieder einbauen. Nach der Trocknung müssen Sie dann den Lastumschaltereinsatz erneut ausbauen, um die Kerosinablassschraube wieder zu schließen.

Wenn Sie die Kerosinablassschraube schon während des Einbaus des Laststufenschalters in den Transformator für die Kerosintrocknung im Transformatorkessel geöffnet haben, können Sie direkt mit der Trocknung beginnen.

5.2.6.2.1 Lastumschaltereinsatz ausbauen

5.2.6.2.1.1 Laststufenschalter in Justierstellung schalten

► Laststufenschalter in Justierstellung schalten. Die Justierstellung ist im mitgelieferten Anschlussschaltbild des Laststufenschalters angegeben.

5.2.6.2.1.2 Laststufenschalterkopfdeckel entfernen

⚠ 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 das Schauglas mit dem Deckel verschlossen ist.
2. Schrauben mit Scheiben am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

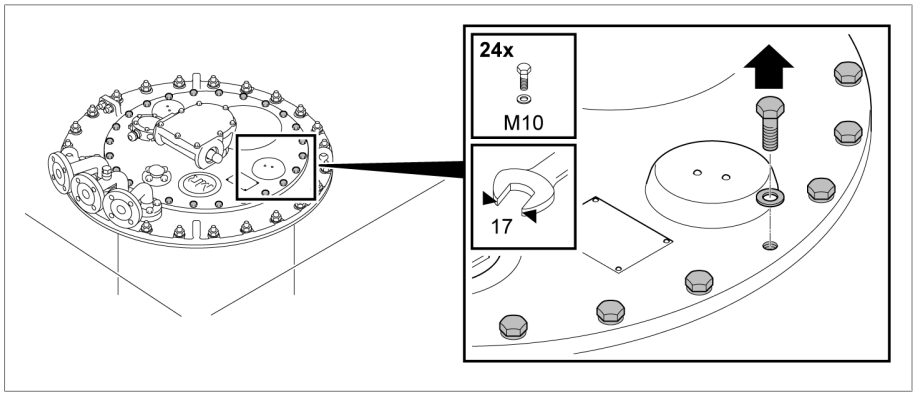


Abbildung 34: Laststufenschalterkopfdeckel

3. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

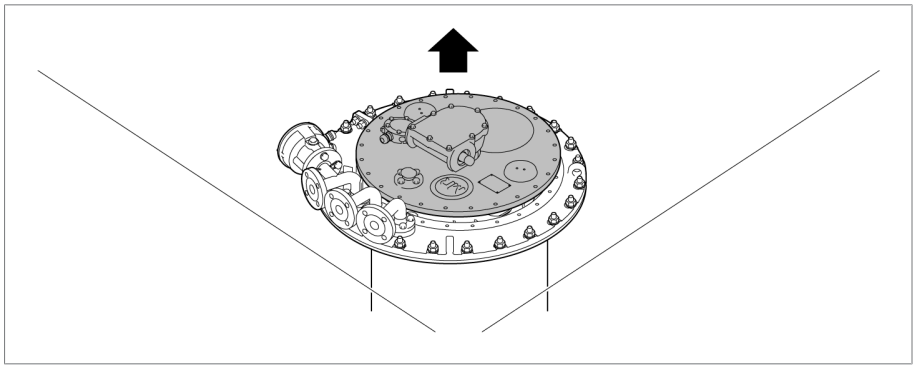


Abbildung 35: Laststufenschalterkopfdeckel

5.2.6.2.1.3 Stellungsanzeigescheibe entfernen

► Federclip vom Wellenende abziehen und Stellungsanzeigescheibe entfernen.

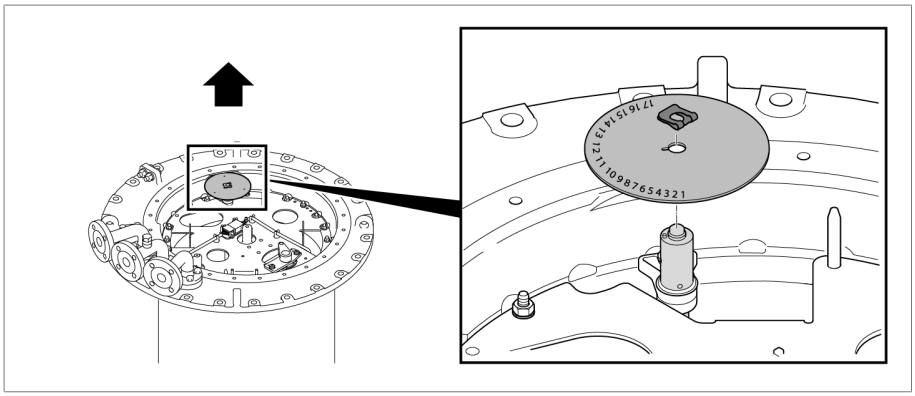


Abbildung 36: Stellungsanzeigescheibe

5.2.6.2.1.4 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung trennen

⚠ GEFAHR

Elektrischer Schlag!

Liegt an der Schaltüberwachungseinrichtung Versorgungsspannung an, kann es zum elektrischen Schlag kommen.

► Schaltüberwachungseinrichtung von der Versorgungsspannung trennen und gegen Wiedereinschalten sichern.

ACHTUNG

Schäden an der Schaltüberwachungseinrichtung!

Unvorsichtiges Trennen der Schaltüberwachungseinrichtung kann die Schaltüberwachungseinrichtung beschädigen und so zu Schäden am Laststufenschalter führen.

► Schaltüberwachungseinrichtung vorsichtig trennen, um Anschlussleitungen nicht zu beschädigen oder abzureißen.

1. Steckverbindung und Leitungen aus Halterung und Halteklemmen heben.

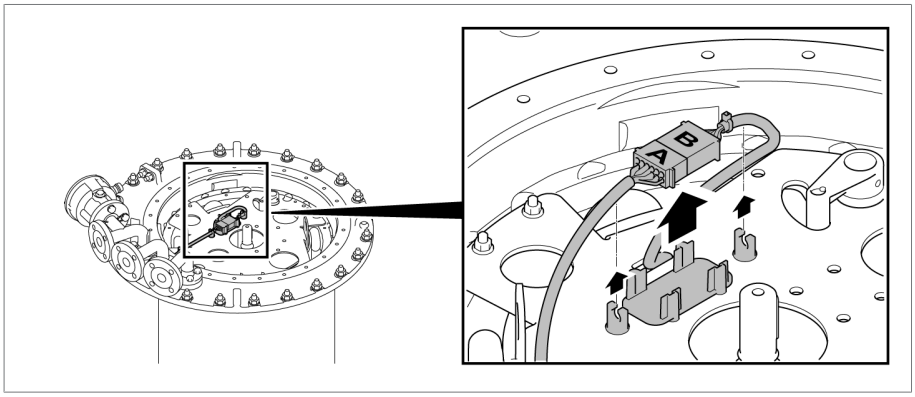


Abbildung 37: Steckverbindung heraus heben

2. Steckverbindung trennen.

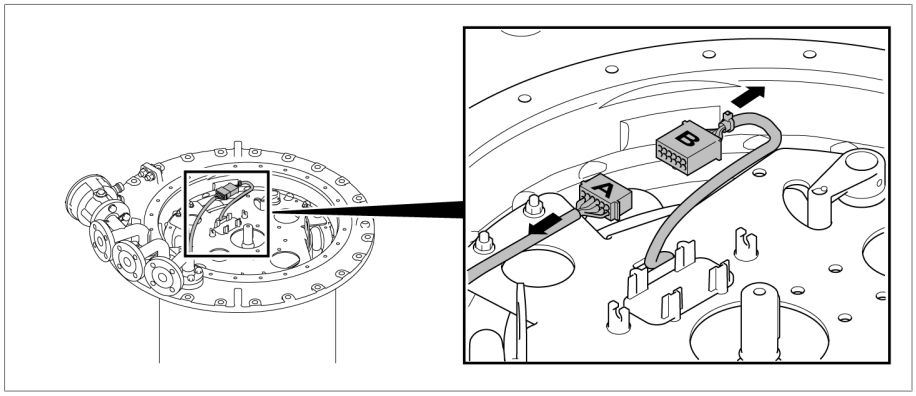


Abbildung 38: Steckverbindung trennen

3. Teil B der Steckverbindung in Halterung zurück legen.

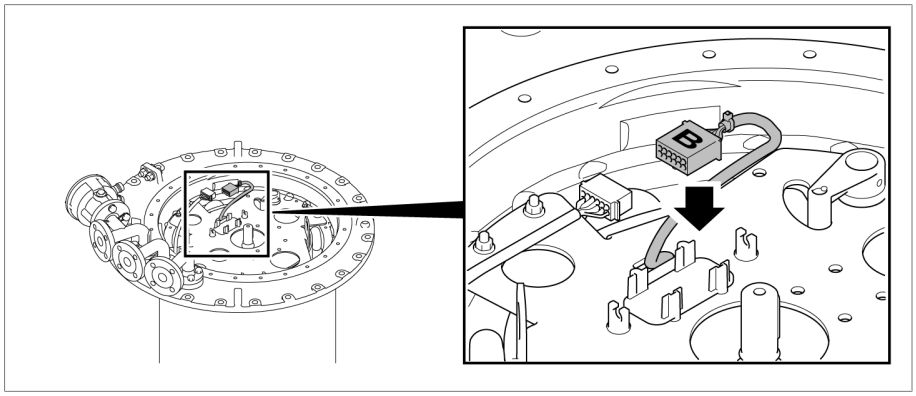


Abbildung 39: TeilB der Steckverbindung in Halterung legen

4. Teil A der Steckverbindung so weit in Pfeilrichtung aus dem Laststufenschalterkopf heraus schwenken, bis er zwischen den Rohrleitungsanschlüssen liegt und das Kabel beim Herausziehen des Lastumschaltereinsatzes nicht beschädigt werden kann.

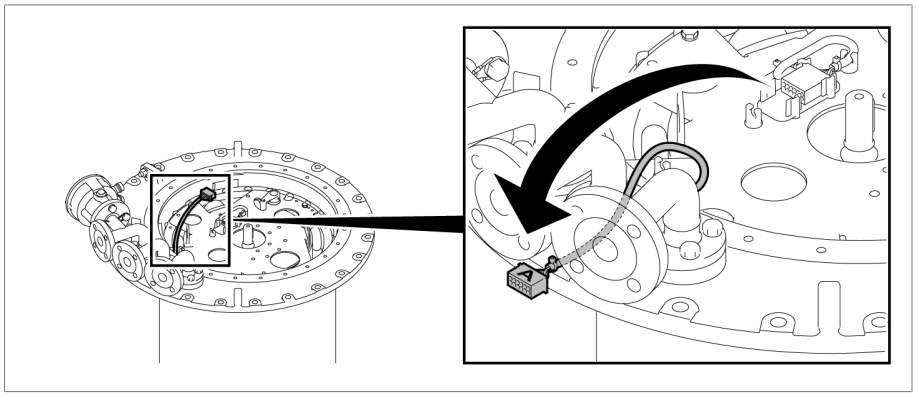


Abbildung 40: Teil A der Steckverbindung heraus schwenken

5.2.6.2.1.5 Lastumschaltereinsatz herausheben

1. Schrauben und Sicherungselemente an der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes entfernen.

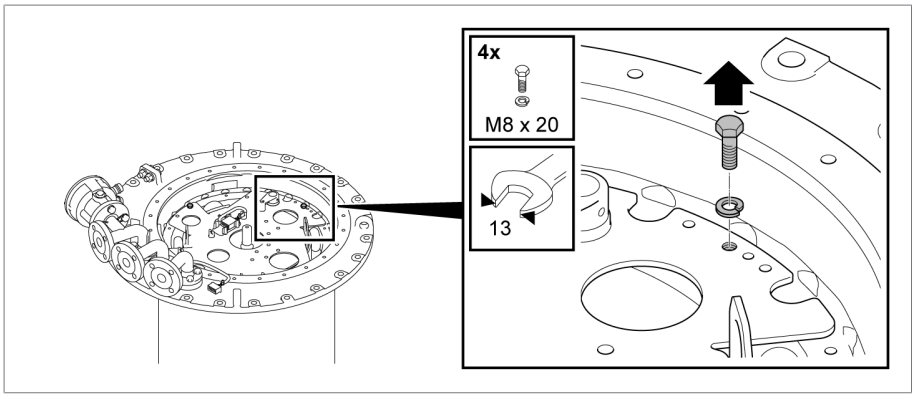


Abbildung 41: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

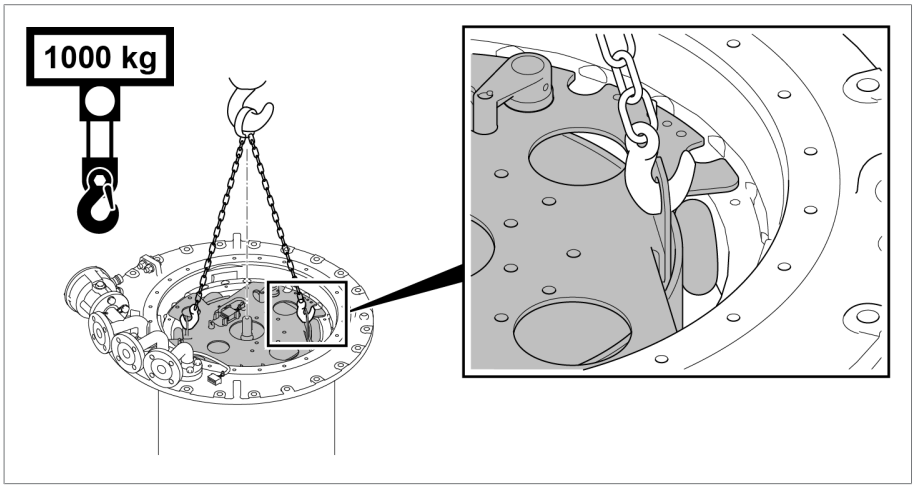


Abbildung 42: Laschen an der Tragplatte

3. Lastumschaltereinsatz langsam und senkrecht herausheben.

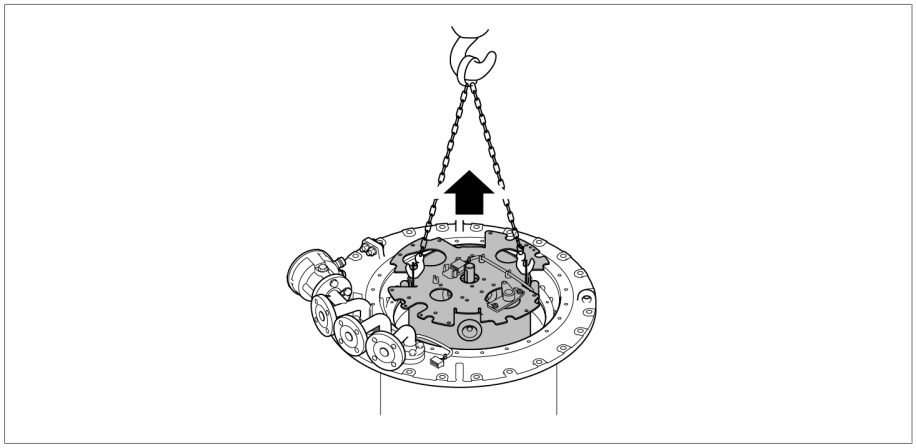


Abbildung 43: Lastumschaltereinsatz herausheben

4. **⚠ VORSICHT!** Ein instabil aufgestellter Lastumschaltereinsatz kann kippen und zu Verletzungen und Sachschäden führen. Lastumschaltereinsatz auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern.

5.2.6.2.2 Kerosinablassschraube öffnen

► ***ACHTUNG!*** Kerosinablassschraube mit verlängertem Steckschlüssel gegen den Uhrzeigersinn bis zum Auftreten der Schwergängigkeit herausdrehen. Kerosinablassschraube niemals komplett herausdrehen.

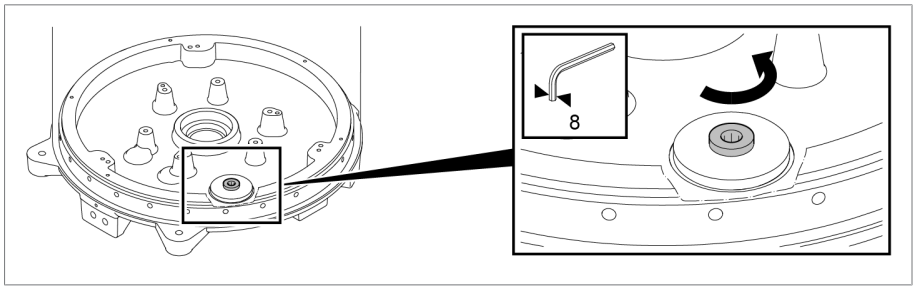


Abbildung 44: Kerosinablassschraube

5.2.6.2.3 Lastumschaltereinsatz einsetzen

5.2.6.2.3.1 Lastumschaltereinsatz einsetzen

1. Sicherstellen, dass die Wählerkupplung und das Anzeigegetriebe zum Einbau des Lastumschaltereinsatzes in der Justierstellung stehen.

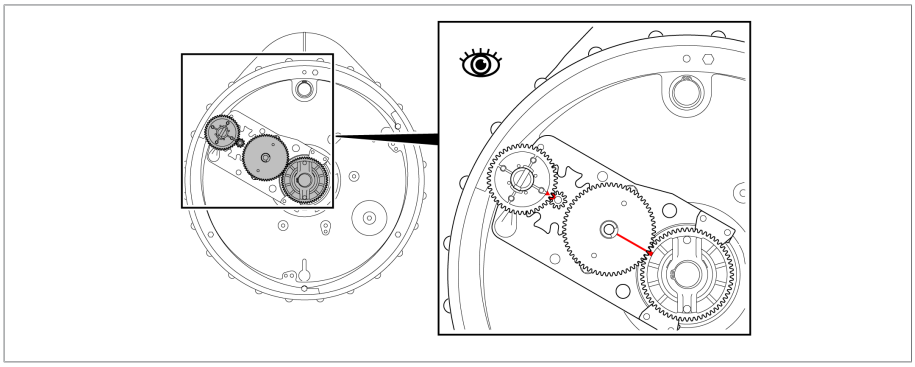


Abbildung 45: Justierstellung

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

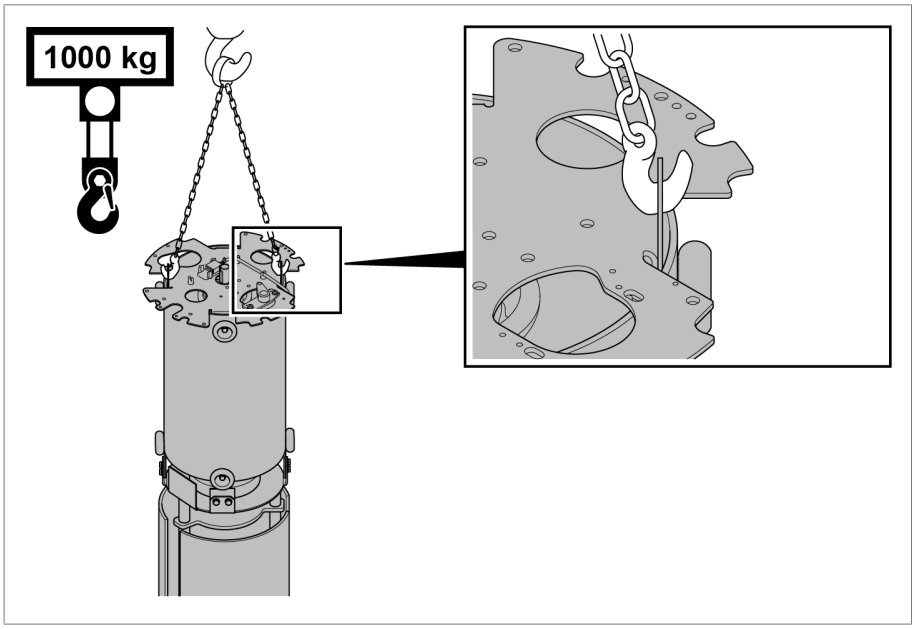


Abbildung 46: Laschen an der Tragplatte

3. Sicherstellen, dass die roten Dreiecke an Kupplung und Tragplatte übereinstimmen.

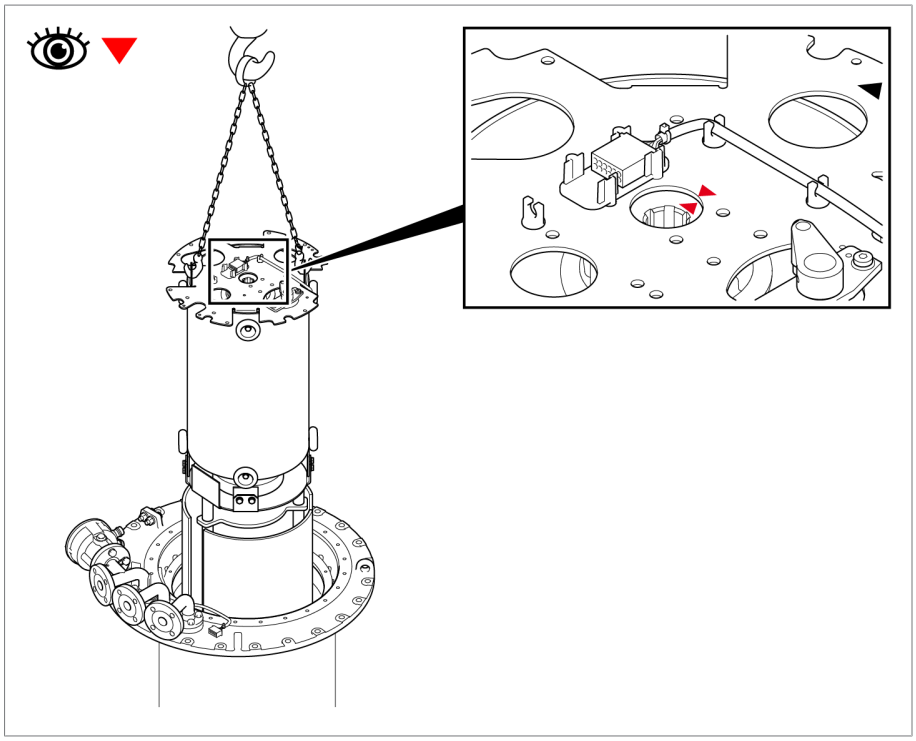


Abbildung 47: Kupplung

4. Lastumschaltereinsatz so ausrichten, dass sich die roten Dreiecke oben am Energiespeicher und am Laststufenschalterkopf gegenüberstehen.

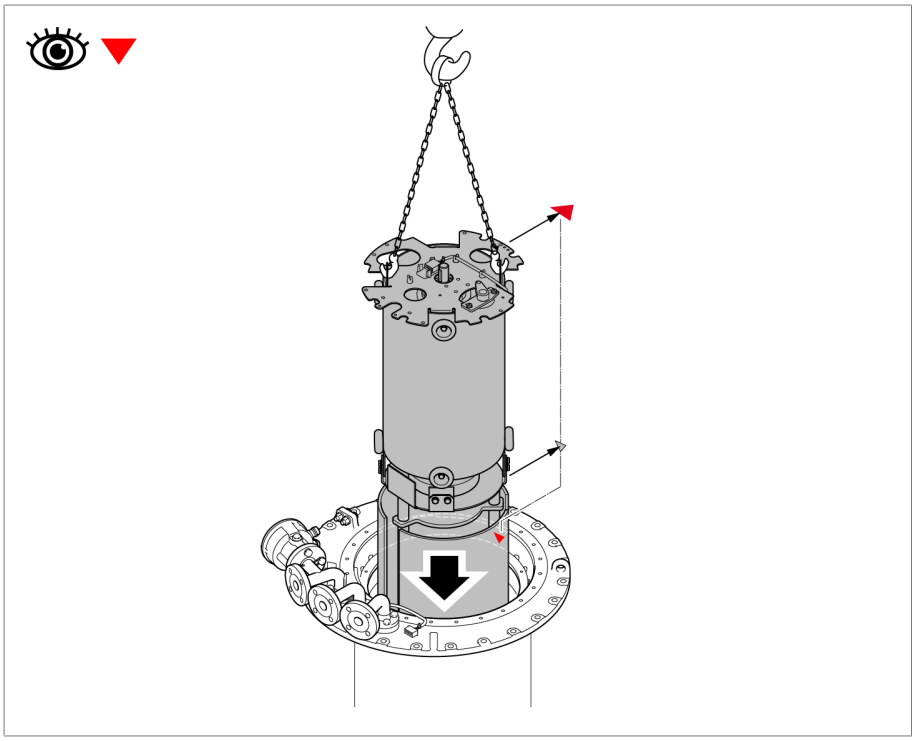


Abbildung 48: Lastumschaltereinsatz ausrichten

5. Lastumschaltereinsatz langsam herablassen.
6. Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes mit Schrauben und Sicherungselementen befestigen.

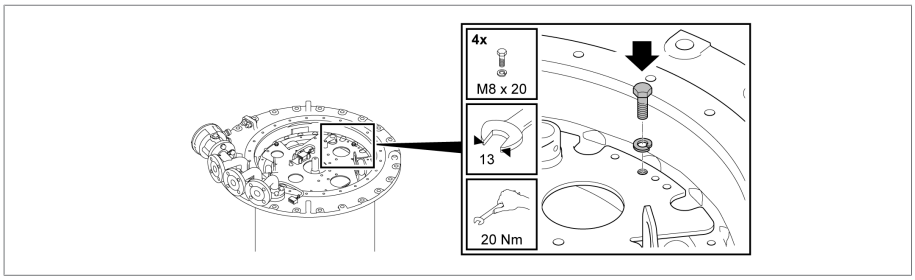


Abbildung 49: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

5.2.6.2.3.2 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung verbinden

1. Teil B der Steckverbindung aus Halterung heben.

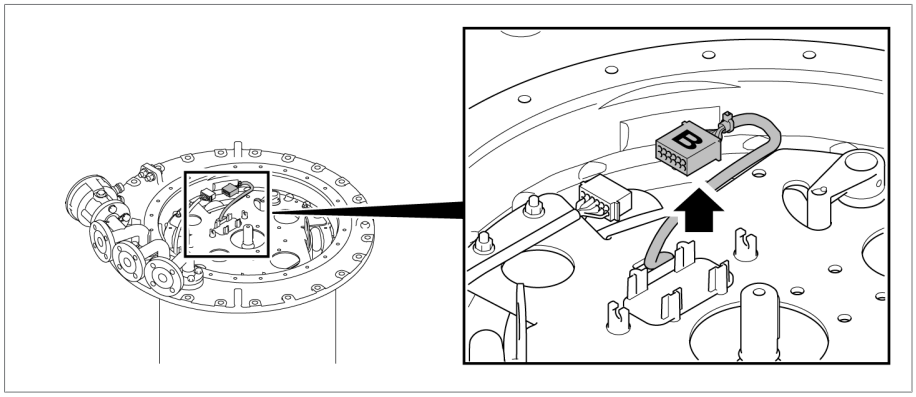


Abbildung 50: Teil B der Steckverbindung

2. Steckverbindung verbinden

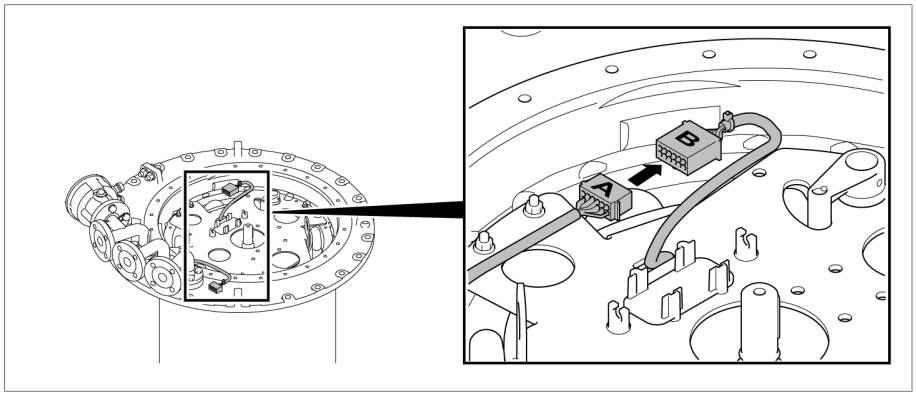


Abbildung 51: Steckverbindung verbinden

3. Steckverbindung in Halterung legen, Leitungen auf beiden Seiten der Steckverbindung in Halteklemmen befestigen.

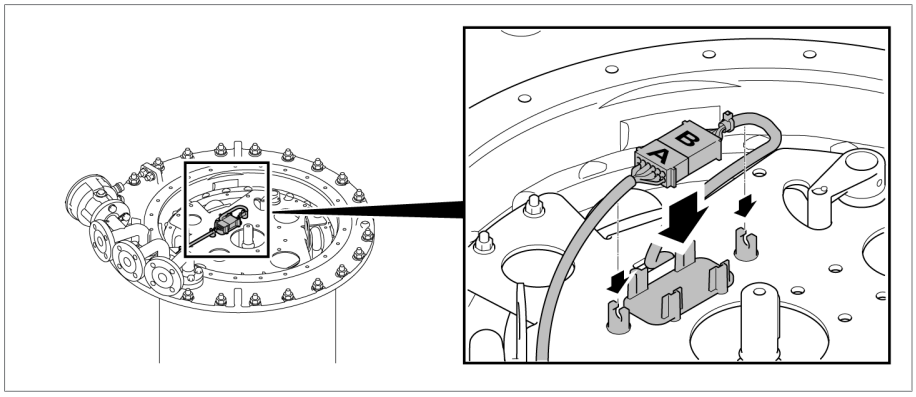


Abbildung 52: Steckverbindung in Halterung legen

5.2.6.2.3.3 Stellungsanzeigescheibe einsetzen

Der Einbau der Stellungsanzeigescheibe ist durch den Mitnehmerstift nur in der richtigen Lage möglich.

► Stellungsanzeigescheibe auf Anzeigewelle stecken, Federclip auf Wellenende aufschieben.

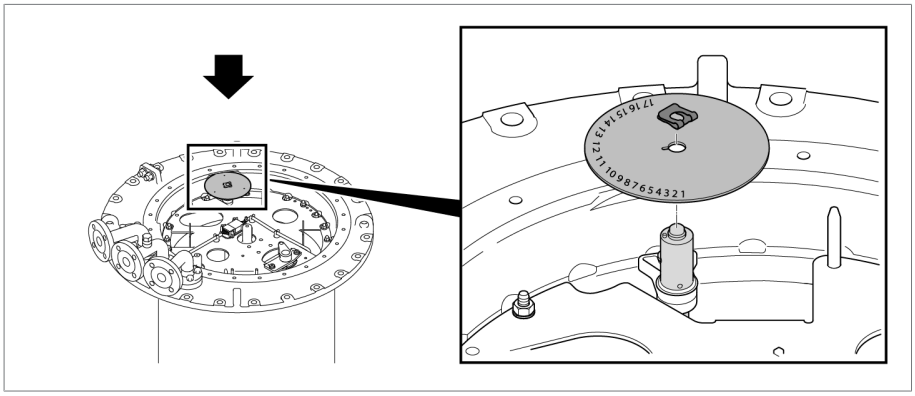


Abbildung 53: Stellungsanzeigescheibe

5.2.6.2.3.4 Laststufenschalterkopfdeckel befestigen

1. ***ACHTUNG!*** Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen und darauf achten, den in den Laststufenschalterkopfdeckel eingelegten O-Ring nicht zu beschädigen. Ein beschädigter O-Ring führt zu Ölaustritt und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Des Weiteren darauf achten, dass die roten Dreiecksmarkierungen an Laststufenschalterkopf und Laststufenschalterkopfdeckel übereinstimmen.

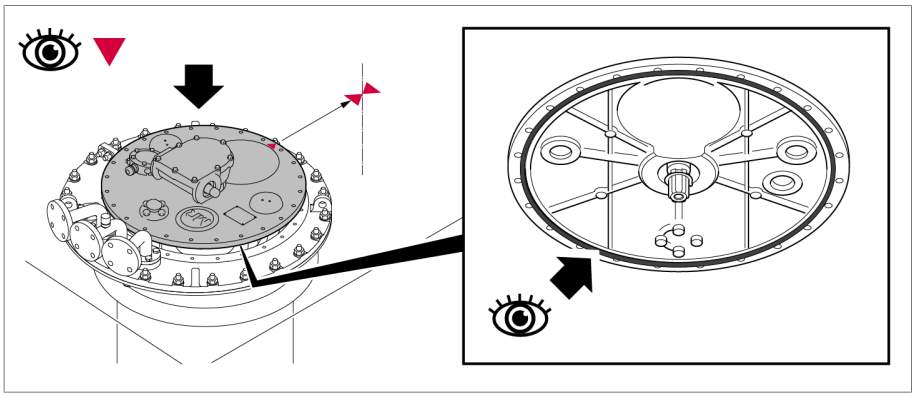


Abbildung 54: Laststufenschalterkopfdeckel mit O-Ring

2. Laststufenschalterkopfdeckel mit Schrauben und Scheiben verschrauben.

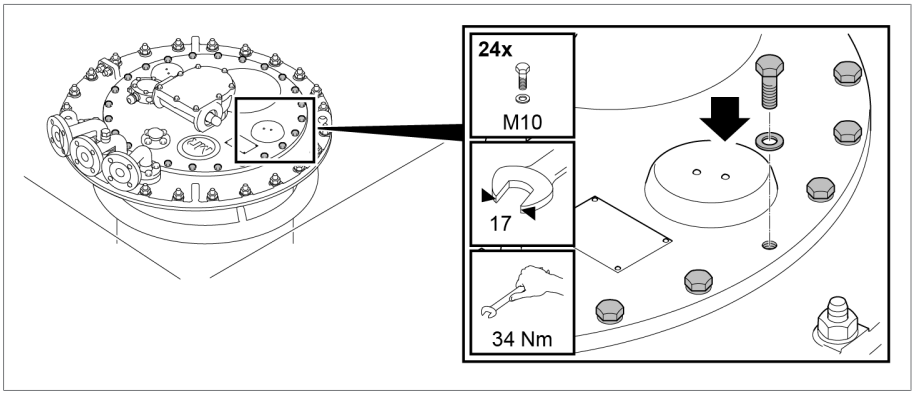


Abbildung 55: Laststufenschalterkopfdeckel

5.2.6.2.4 Laststufenschalter trocknen

1. Rohrleitungsanschlüsse R und Q des Laststufenschalterkopfes mit einer gemeinsamen Leitung an die Kerosindampfleitung anschließen.
2. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

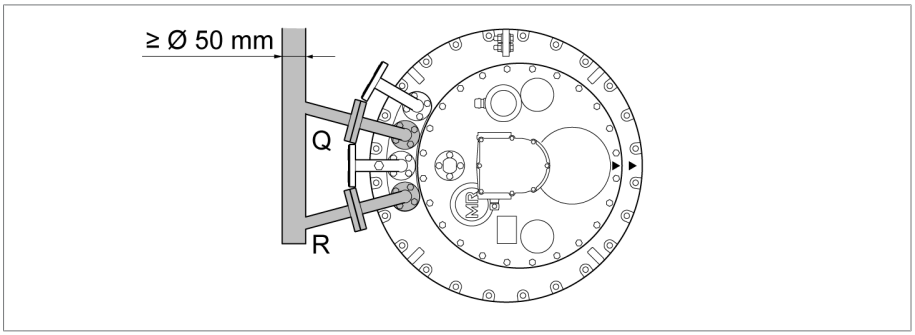


Abbildung 56: gemeinsame Leitung

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.

5.2.6.2.5 Kerosinablassschraube schließen

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.

1. Lastumschaltereinsatz ausbauen [►Abschnitt 5.2.6.2.1, Seite 60].
2. **ACHTUNG!** Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Austritt von Isolierflüssigkeit aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Kerosinablassschraube mit verlängertem Steckschlüssel im Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 20 Nm).
3. Lastumschaltereinsatz einsetzen [►Abschnitt 5.2.6.2.3, Seite 66].

Falls Sie nach der Trocknung erneut eine Übersetzungsmessung durchführen möchten, so gehen Sie wie im Abschnitt „Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen“ [►Abschnitt 5.2.8, Seite 73] beschrieben vor.

5.2.7 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

► Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [►Abschnitt 8.1, Seite 221] verwenden.

Füllen Sie nach der Trocknung das Ölgefäß (Lastumschaltereinsatz eingebaut) möglichst zeitnah wieder vollständig mit Isolierflüssigkeit, 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.

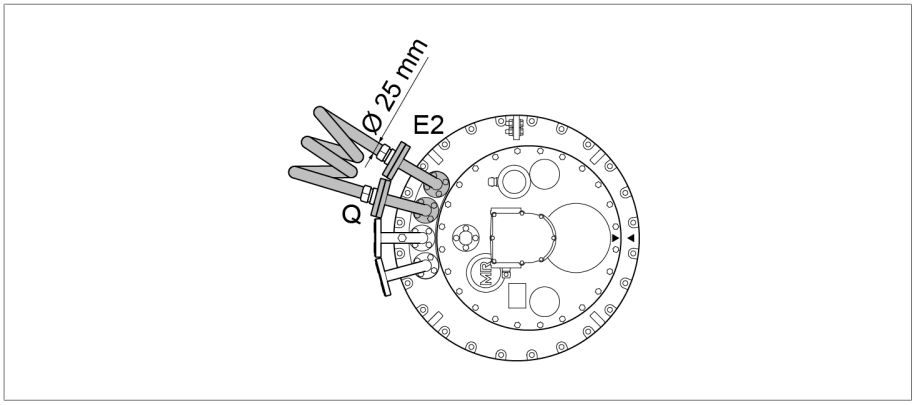


Abbildung 57: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

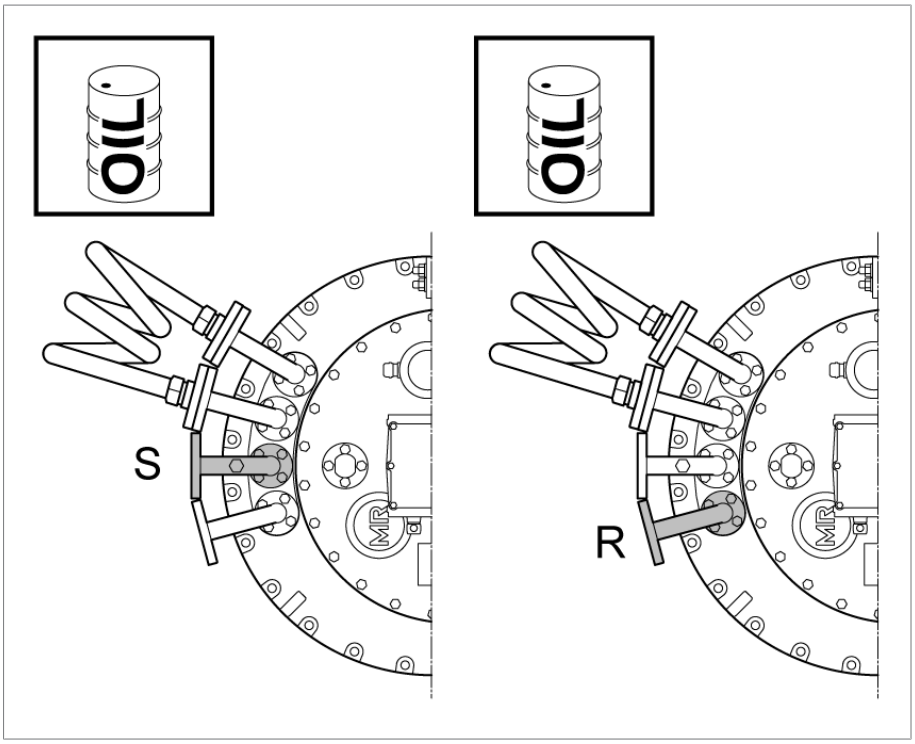


Abbildung 58: Rohrleitungsanschluss S und R

5.2.8 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).

5.3 Laststufenschalter in Transformator einbauen (Glockenkesselausführung)

5.3.1 Laststufenschalter in Tragkonstruktion einhängen

5.3.1.1 Wähler am Ölgefäß befestigen

1. **⚠ WARNUNG!** Wähler auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern. Ein instabil aufgestellter Wähler kann kippen und zu schweren Verletzungen oder Sachschäden führen!
2. Schrauben und Muttern vom Wähler entfernen und bereitlegen. Die roten Muttern dienen nur als Transportsicherung und werden zur Befestigung des Wählers am Ölgefäß nicht benötigt.

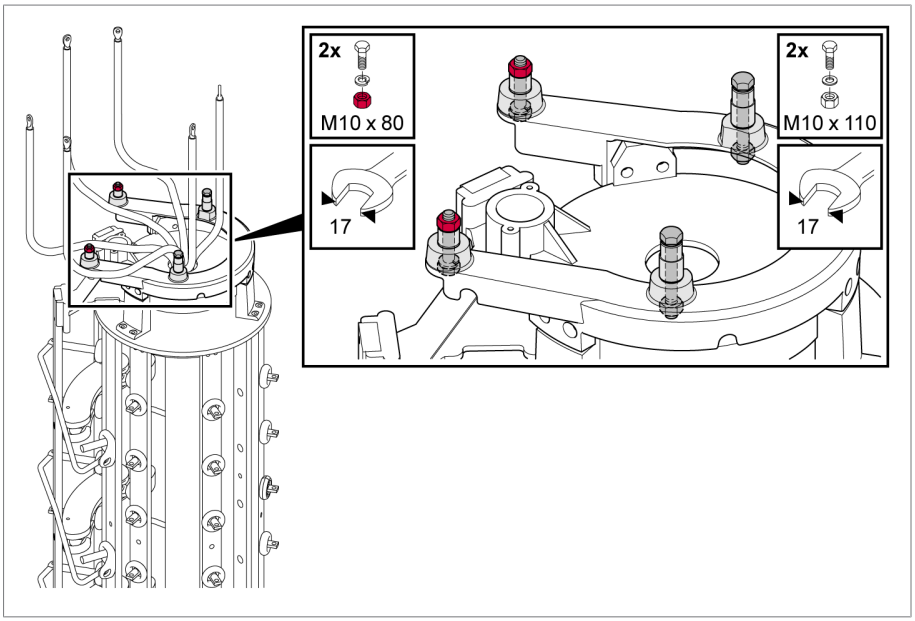


Abbildung 59: Befestigungsmaterial

3. Arretierungsband von Wählerkupplung entfernen. Wählerkupplung danach nicht mehr verdrehen.

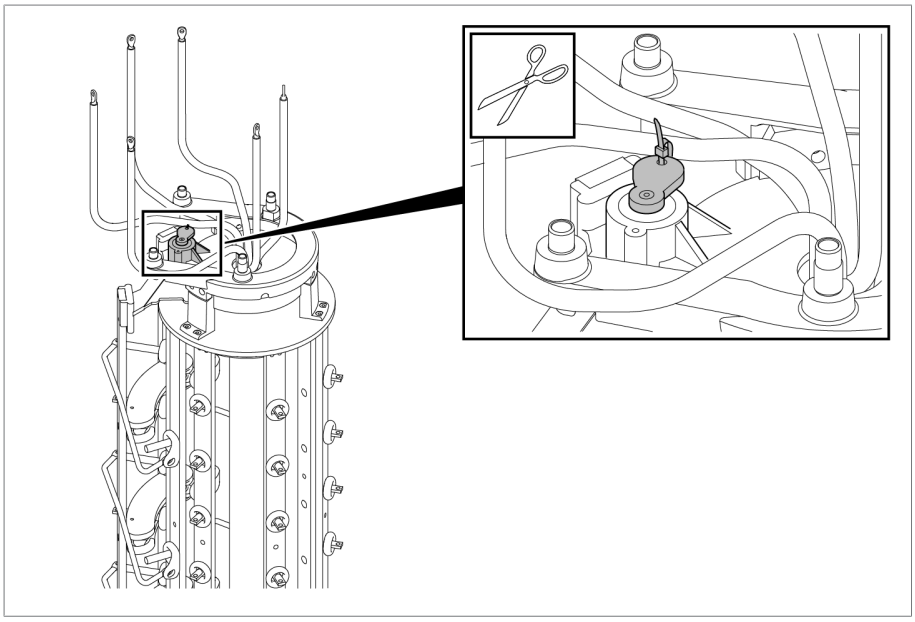


Abbildung 60: Wählerkupplung mit Arretierungsband

4. **⚠ WARNUNG!** Ölgefäß auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern. Ein instabil aufgestelltes Ölgefäß kann kippen und zu schweren Verletzungen oder Sachschäden führen!
5. Vor dem Einbau das rot eingefärbte Verpackungs- und Transportmaterial vom Laststufenschalter entfernen.

6. Arretierungsblech von Kupplung des Ölgefäßbodens entfernen.

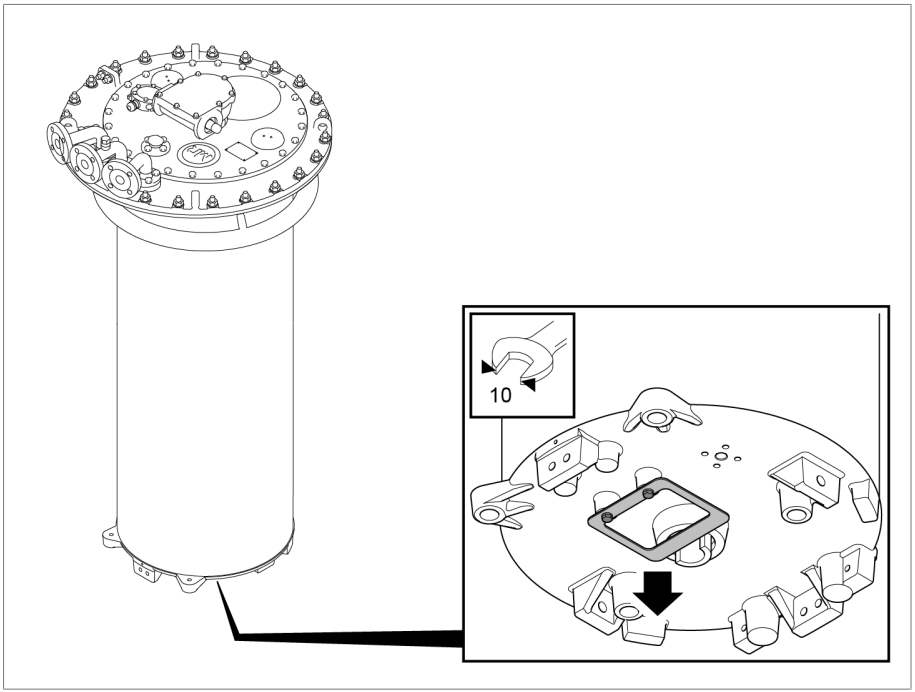


Abbildung 61: Ölgefäßboden mit Arretierungsblech

7. Ölgefäß am Laststufenschalterkopf anheben und vorsichtig über den Wähler bringen (Gewicht max. 190 kg).
8. Ölgefäß vorsichtig und senkrecht absenken und Lage der beiden Kupplungsteile und Befestigungspunkte von Ölgefäß und Wähler aufeinander abstimmen. Die richtige Lage der beiden Kupplungsteile ist in den mitgelieferten Justierplänen dargestellt.

9. Wähleraufhängung mit Ölgefäß verschrauben.

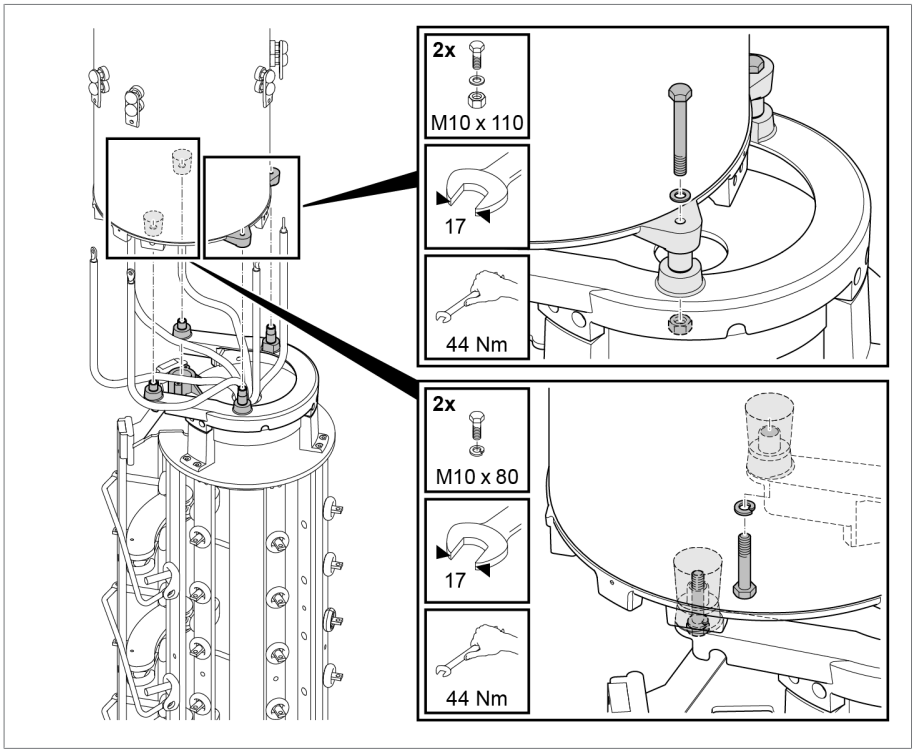


Abbildung 62: Wähler mit Ölgefäß

5.3.1.2 Wählerableitungen anschließen

Gehen Sie wie folgt vor, um die Wählerableitungen anzuschließen:

OILTAP® RM III 600 Y

1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.

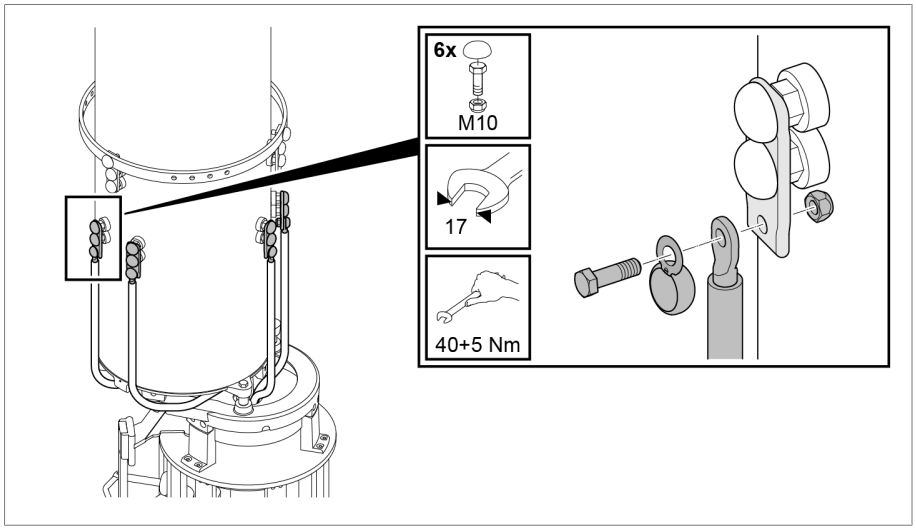
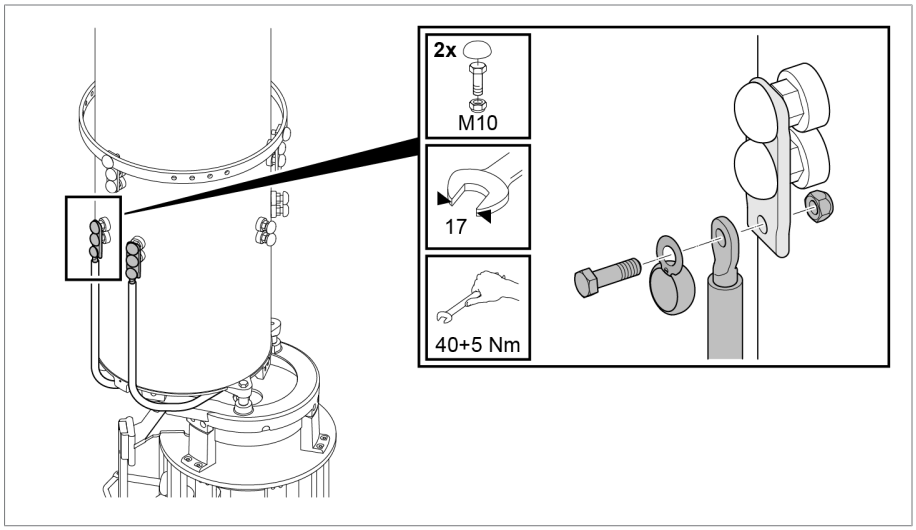


Abbildung 63: Wählerableitungen OILTAP® RM III 600 Y

OILTAP® RM I 601

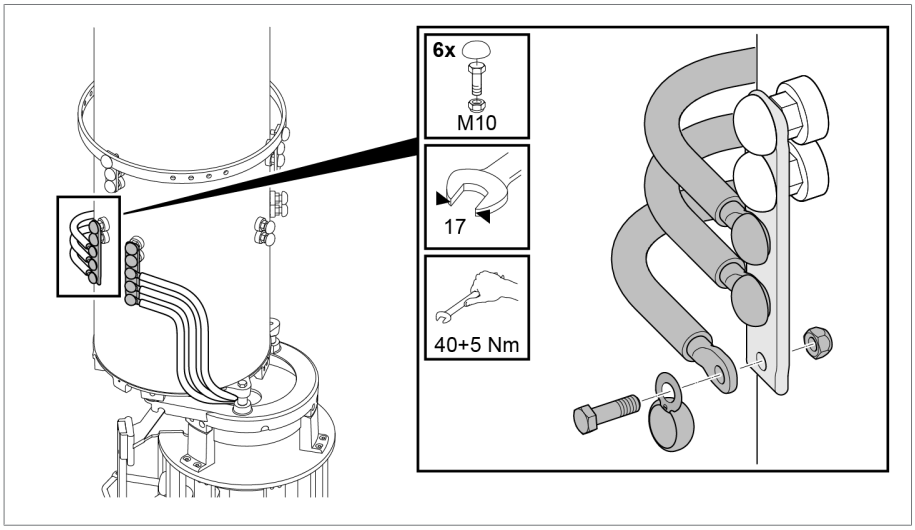
1. **ACHTUNG!** 2 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitungen OILTAP® RM I 601

OILTAP® RM I 1201

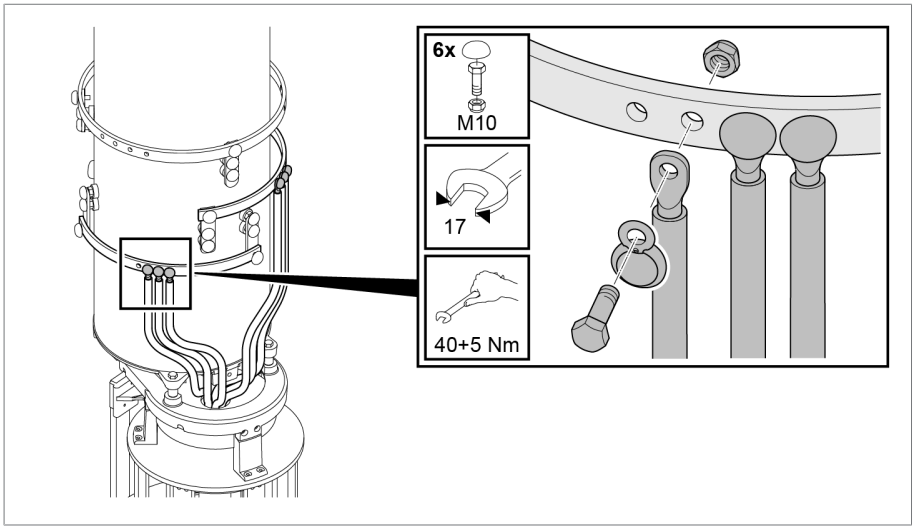
1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Anschlusslaschen schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitung OILTAP® RM I 1201

OILTAP® RM I 1502

1. **ACHTUNG!** 6 Wählerableitungen sorgfältig an Verbindungsringe schrauben. Angegebenes Anziehmoment einhalten und Schraubverbindung sichern. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalter und Transformator kommen.
2. Abschirmkappen auf Schraubverbindung anbringen.



Wählerableitung OILTAP® RM I 1502

5.3.1.3 Laststufenschalter in Tragkonstruktion einhängen

1. **ACHTUNG!** 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. Andernfalls können nach Anschluss der Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung Zugkräfte auftreten, die zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator führen. Des Weiteren besteht die Gefahr von Fehlfunktionen durch fehlerhaftes Aufschalten der Wählerkontakte!

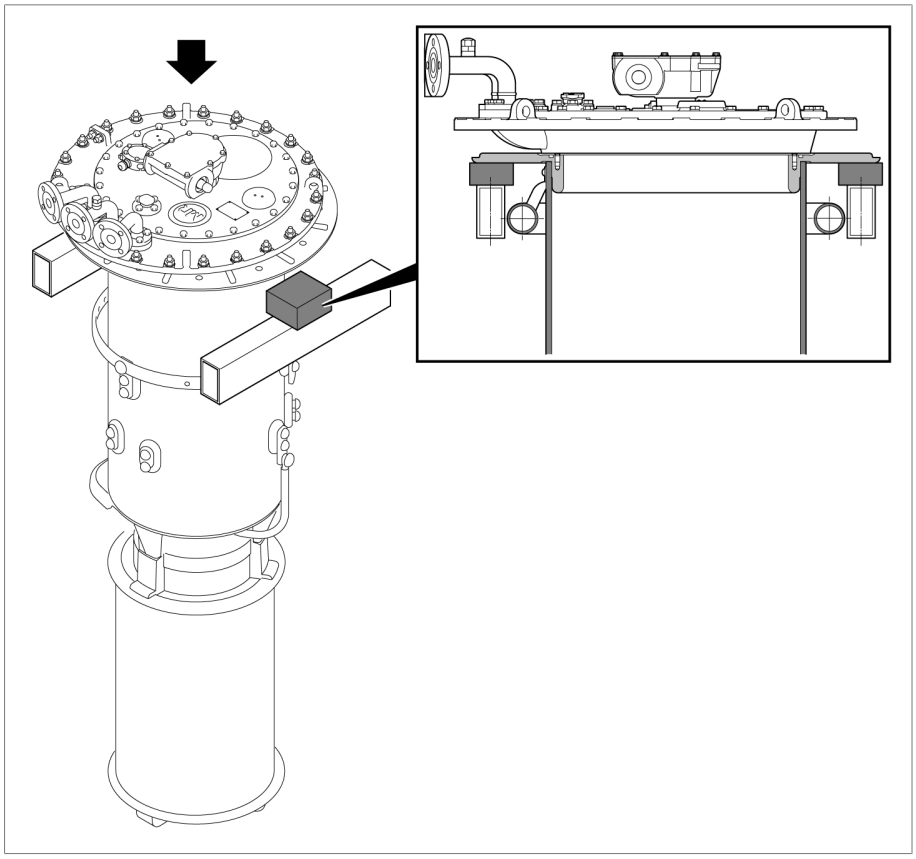


Abbildung 64: Laststufenschalter mit Distanzstücken auf Tragkonstruktion

2. Rote Abstellfüße am Wählerboden entfernen (falls vorhanden).

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

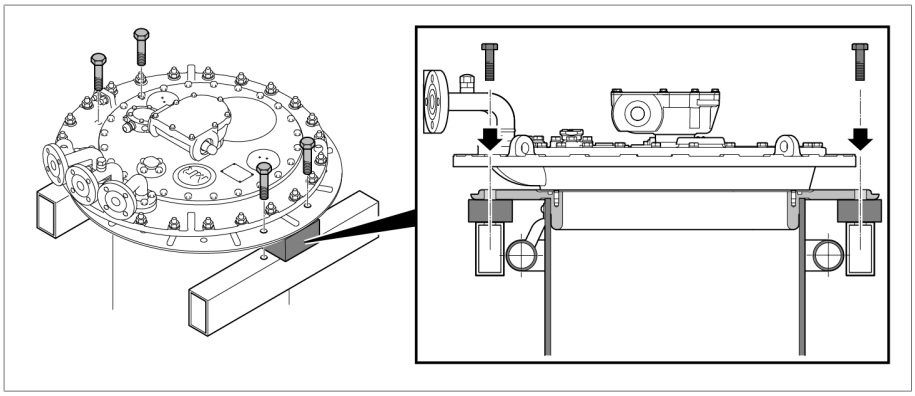


Abbildung 65: Laststufenschalter befestigen

5.3.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

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

- ► Anschlüsse sorgfältig herstellen.
- ► Anschlusskontakte nicht verdrehen.
- ► Anschlussleitungen verspannungsfrei anschließen.
- ► Anschlussleitungen gegebenenfalls mit einem Dehnungsbogen ausführen.
- ► Mitgelieferte Abschirmkappen auf Schraubverbindungen anbringen.

Schließen Sie die Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung nach dem der Lieferung beigefügten Anschlussschaltbild an.

5.3.2.1 Wähleranschlusskontakte

Die Anschlusskontakte des Wählers sind an den Wählerstäben bezeichnet.

Die Anschlusskontakte des Feinwählers sind mit einer Durchgangsbohrung für M10-Schrauben versehen, so dass Sie die Wählerableitungen mit Kabelschuhen anschließen können. Die Durchgangsbohrungen der Anschlusskontakte liegen entsprechend der Laststufenschalterausführung waagerecht oder senkrecht.

Auf Wunsch werden Abschirmkappen mitgeliefert. Legen Sie dabei je Abschirmkappe einen Federring unter.

Die Anschlussschrauben und Federringe sind nicht im Lieferumfang enthalten.

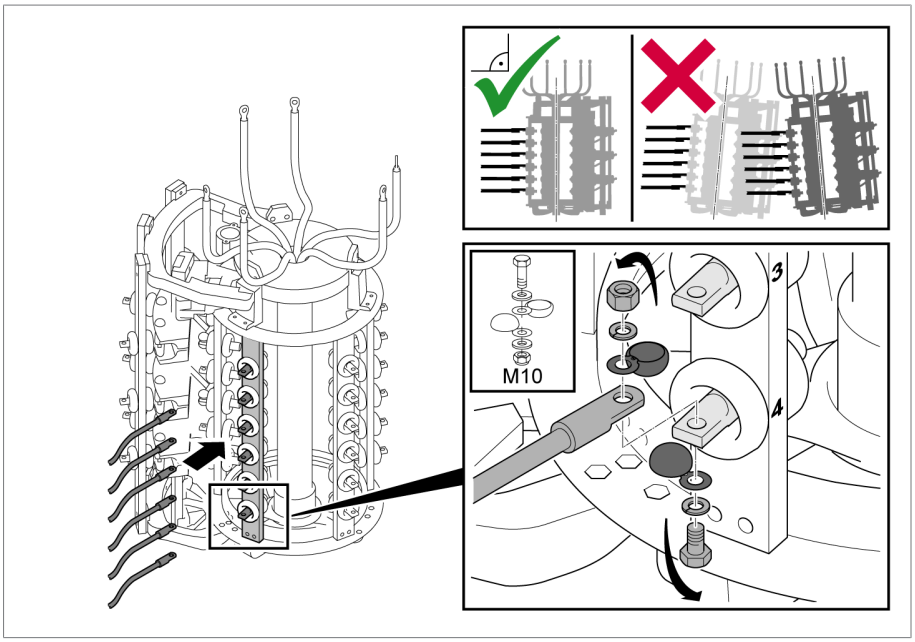


Abbildung 66: Wähleranschlusskontakt mit Abschirmkappen

5.3.2.2 Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Regelwicklungsanschlussleitungen mit zu geringem Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers blockieren den Vorwähler und führen so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Regelwicklungsanschlussleitungen im Bereich des Vorwählers so verlegen, dass sie ausreichend Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers haben.

Die Vorwähleranschlusskontakte (+) und (-) sind bei Wenderschaltung als Anschlusslaschen mit Durchgangsbohrung für M10-Schrauben ausgeführt.

Der Anschlusskontakt K ist als verlängerter Feinwähleranschlusskontakt mit Durchgangsbohrung für M10-Schrauben ausgeführt.

1. Regelwicklungsanschlussleitungen gemäß mitgeliefertem Anschlussschaltbild am Vorwähler befestigen. Kabelschuhe und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Jede Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern. Dabei zwingend Abschirmkappen befestigen, wenn diese im Lieferumfang enthalten sind.

3. Abschirmkappen schließen und auf korrekten Sitz achten. Schraubenkopf und Mutter müssen komplett abgedeckt sein.

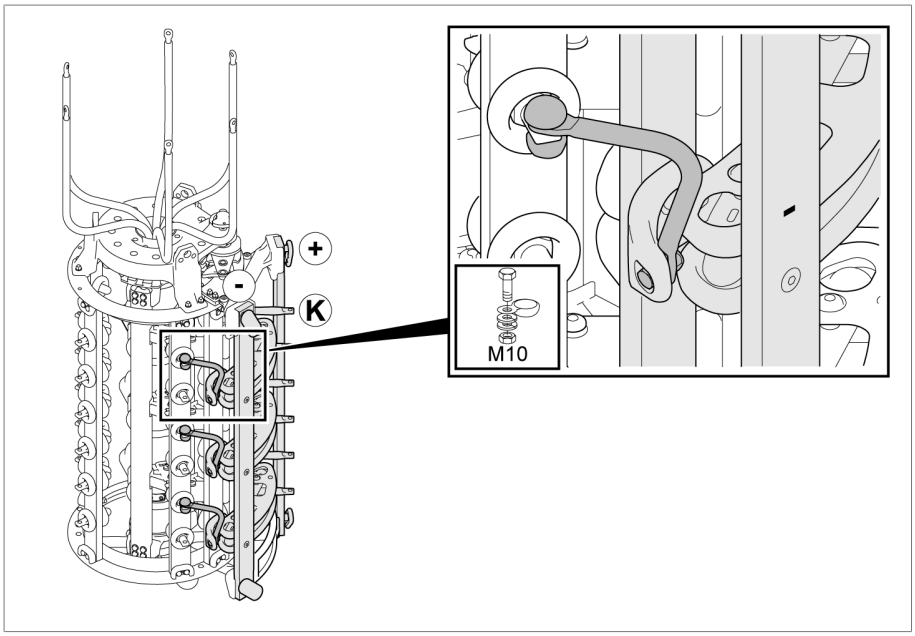


Abbildung 67: Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung

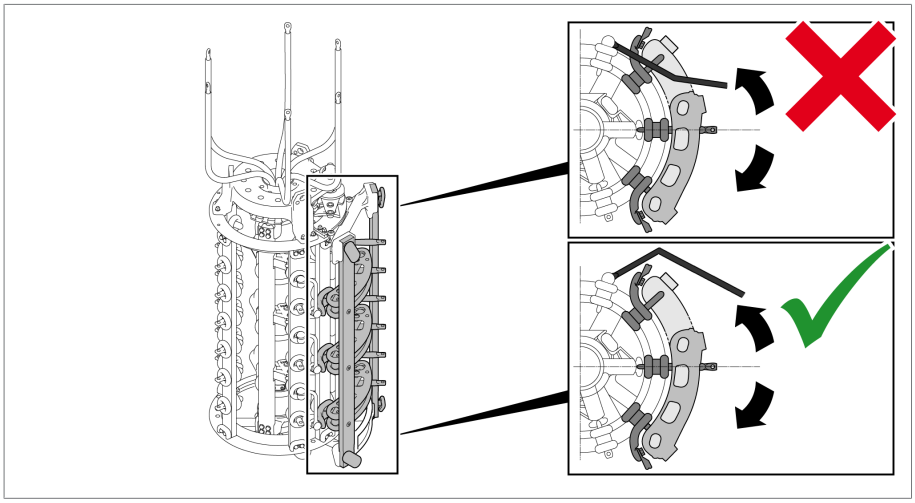


Abbildung 68: Vorwähleranschlusskontakte bei Wenderschaltung (Draufsicht)

5.3.2.3 Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Regelwicklungsanschlussleitungen mit zu geringem Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers blockieren den Vorwähler und führen so zu Schäden am Laststufenschalter.

► Regelwicklungsanschlussleitungen im Bereich des Vorwählers so verlegen, dass sie ausreichend Abstand zu den beweglichen Teilen des Vorwählers haben.

Die Vorwähleranschlusskontakte (+) und (-) sind bei Grobstufenschaltung mit den Feinwählerkontakten äußerlich identisch (Durchgangsbohrung für M10-Schrauben, stets senkrecht angeordnet).

1. Regelwicklungsanschlussleitungen gemäß mitgeliefertem Anschlussschaltbild am Vorwähler befestigen. Kabelschuhe und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Jede Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern. Dabei zwingend Abschirmkappen befestigen, wenn diese im Lieferumfang enthalten sind.
3. Abschirmkappen schließen und auf korrekten Sitz achten. Schraubenkopf und Mutter müssen komplett abgedeckt sein.

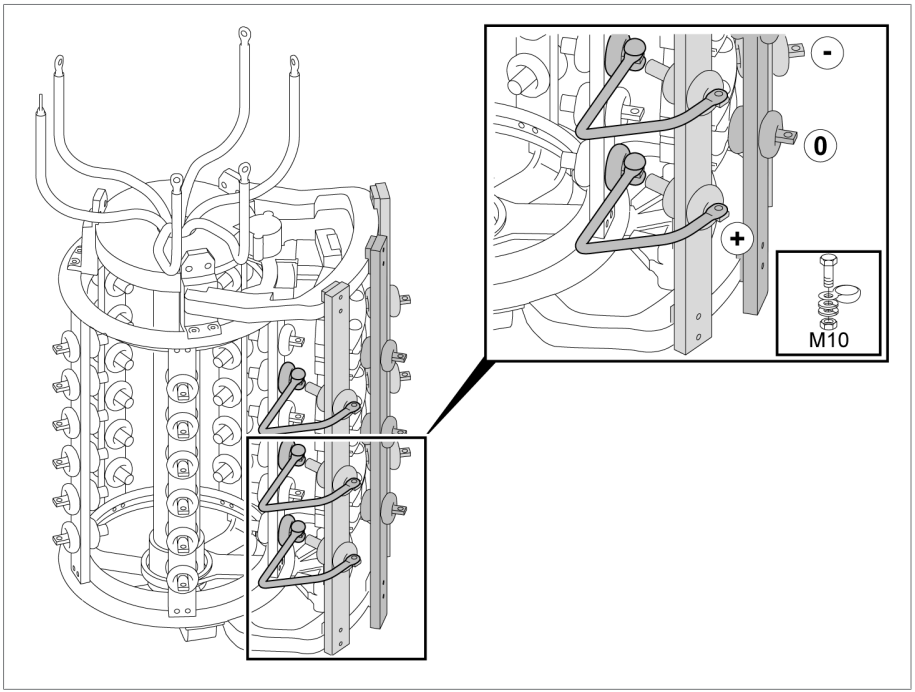


Abbildung 69: Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung

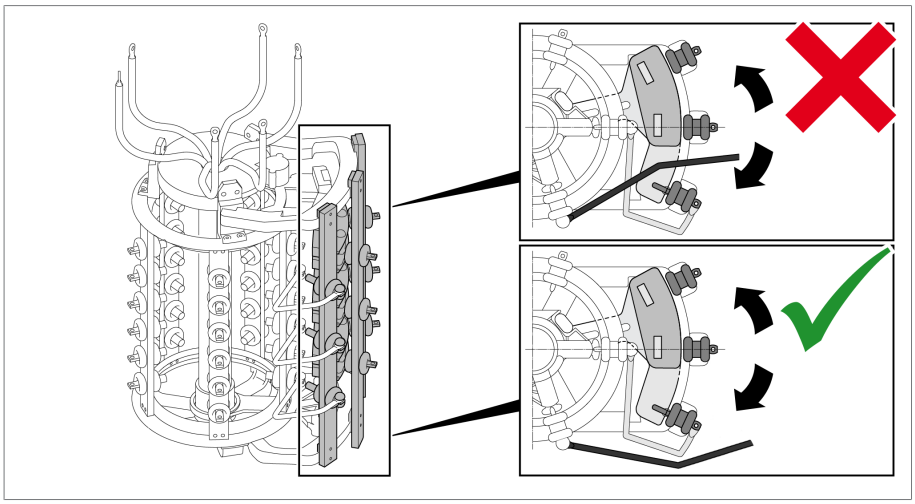


Abbildung 70: Vorwähleranschlusskontakte bei Grobstufenschaltung (Draufsicht)

5.3.2.4 Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen

Wenn Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen technisch notwendig sind oder von Ihnen bestellt wurden, wird der Wähler mit bereits montierten Brücken und Abschirmkappen ausgeliefert.

Detaillierte Informationen zu den Brücken können Sie dem Anhang entnehmen (siehe Seite [▶Abschnitt 9.2, Seite 230]).

5.3.2.5 Laststufenschalterableitung anschließen

Am Ableitring des Ölgefäßes sind an mehreren Stellen Durchgangsbohrungen von 12,5 mm Durchmesser zum Anschluss der Laststufenschalterableitung vorhanden.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Laststufenschalterableitung anzuschließen:

1. Laststufenschalterableitung mit Kabelschuh und Schraube an beliebiger Durchgangsbohrung am Ableitring anschließen. Kabelschuh und Befestigungsmaterial gehören nicht zum Lieferumfang.
2. Schraubenlänge beachten. Mindestabstand 2 mm zum Ölgefäß einhalten.

3. Verschraubung durch geeignete Maßnahmen (z. B. durch Einsatz von Spannscheiben) gegen Lösen und Setzen sichern.

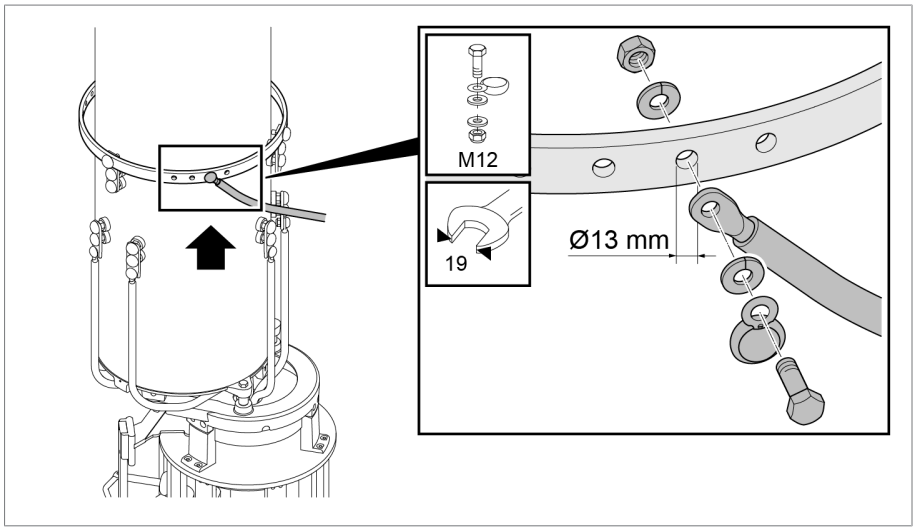


Abbildung 71: Ableitring am Ölgefäß

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 6: 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, Druckwächter, Druckentlastungsventil, Winkelgetriebe, Temperaturfühler, Ölfilteranlage. 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 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 Vakuumofen müssen Sie vor dem Trocknen die Kerosinablassschraube im Ölgefäßboden öffnen, damit das Kerosinkondensat aus dem Ölgefäß ablaufen kann.

1. **ACHTUNG!** Kerosinablassschraube zwischen Ölgefäßboden und Wählergetriebe im Uhrzeigersinn bis zum Auftreten der Schwergängigkeit herausdrehen. Kerosinablassschraube niemals komplett herausdrehen.

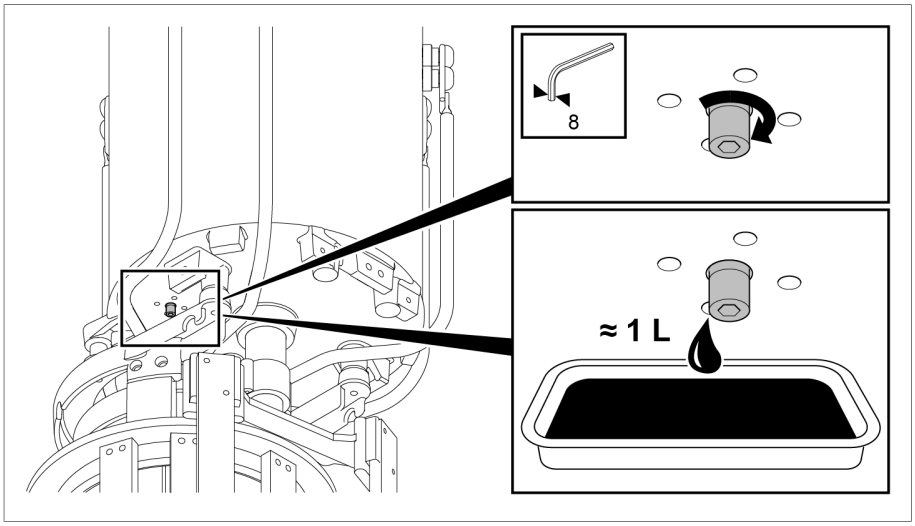


Abbildung 72: Kerosinablassschraube

2. **ACHTUNG!** Laststufenschalterkopfdeckel entfernen (24 Schrauben M10/ Schlüsselweite 17 mit Sicherungselementen) und außerhalb des Vakuumofens aufbewahren. Andernfalls kann es zu Schäden am Laststufenschalterkopfdeckel kommen.
3. **ACHTUNG!** Laststufenschalterzubehör (Motorantrieb, Antriebswelle, Schutzrelais, Druckwächter, Druckentlastungsventil, Winkelgetriebe, Temperaturfühler, Ölfilteranlage) abbauen und außerhalb des Ofens aufbewahren. 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 schließen (Anziehmoment 20 Nm). Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Ölaustritt aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator.

5.3.6 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch (Unterteil) abheben

5.3.6.1 Laststufenschalterkopfdeckel entfernen

⚠ 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 das Schauglas mit dem Deckel verschlossen ist.
2. Temporäre Befestigung und Distanzstücke entfernen und Laststufenschalter langsam absenken.

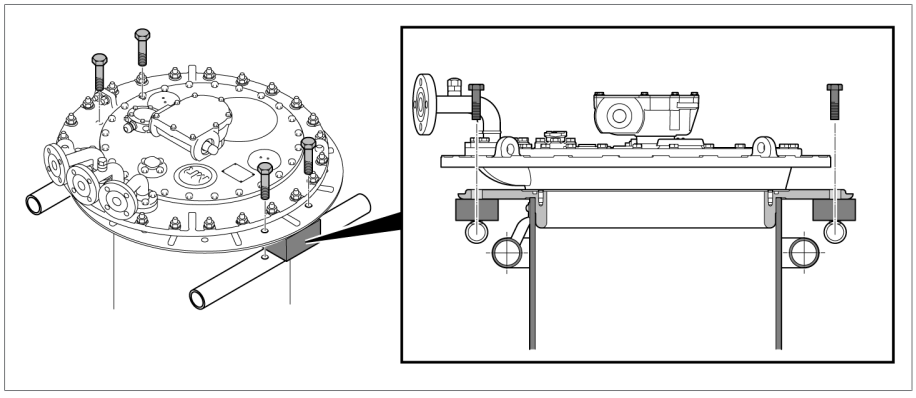


Abbildung 73: Temporäre Befestigung und Distanzstücke

3. Schrauben mit Scheiben am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

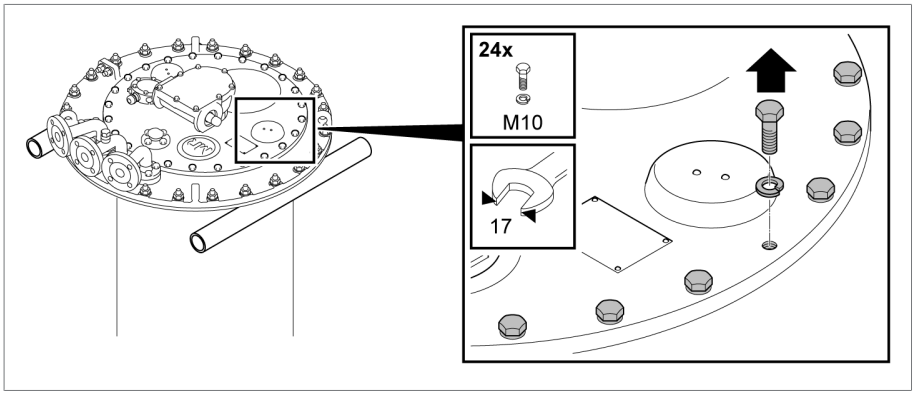


Abbildung 74: Laststufenschalterkopfdeckel

4. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

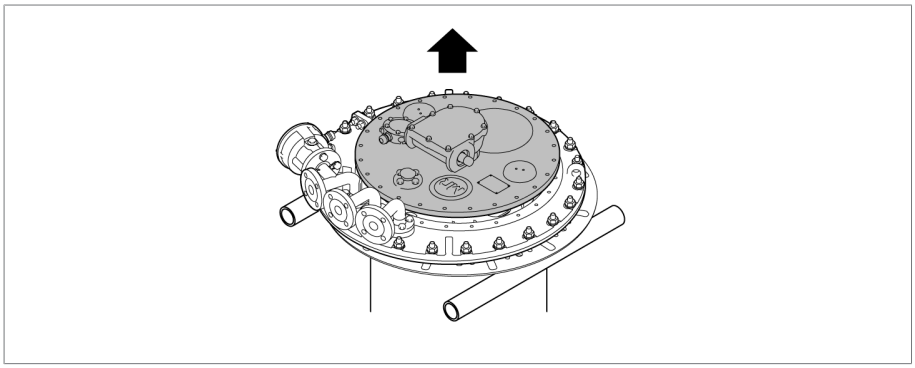


Abbildung 75: Laststufenschalterkopfdeckel

5.3.6.2 Stellungsanzeigescheibe entfernen

► Federclip vom Wellenende abziehen und Stellungsanzeigescheibe entfernen.

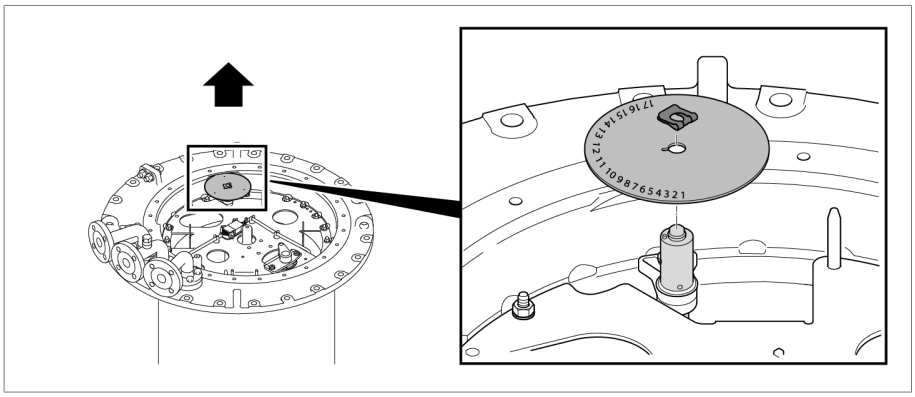


Abbildung 76: Stellungsanzeigescheibe

5.3.6.3 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung trennen

⚠ GEFAHR

Elektrischer Schlag!

Liegt an der Schaltüberwachungseinrichtung Versorgungsspannung an, kann es zum elektrischen Schlag kommen.

► Schaltüberwachungseinrichtung von der Versorgungsspannung trennen und gegen Wiedereinschalten sichern.

ACHTUNG

Schäden an der Schaltüberwachungseinrichtung!

Unvorsichtiges Trennen der Schaltüberwachungseinrichtung kann die Schaltüberwachungseinrichtung beschädigen und so zu Schäden am Laststufenschalter führen.

► Schaltüberwachungseinrichtung vorsichtig trennen, um Anschlussleitungen nicht zu beschädigen oder abzureißen.

1. Steckverbindung und Leitungen aus Halterung und Halteklemmen heben.

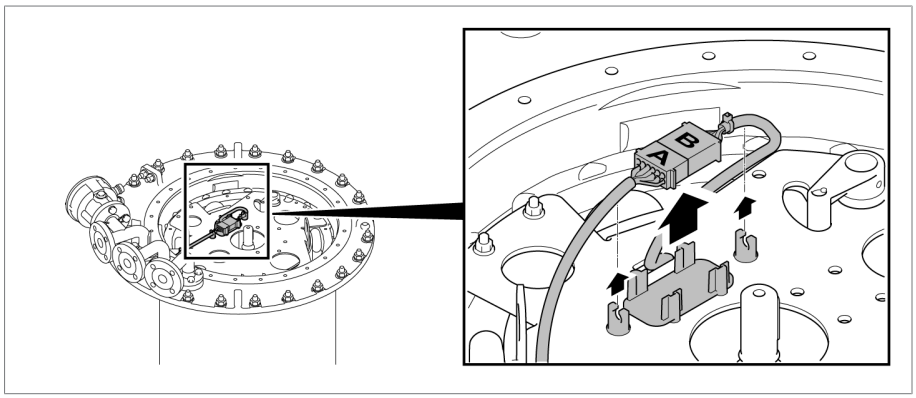


Abbildung 77: Steckverbindung heraus heben

2. Steckverbindung trennen.

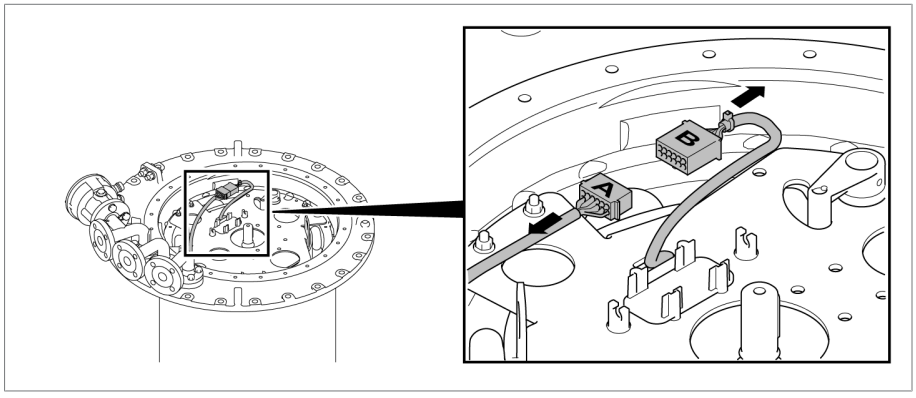


Abbildung 78: Steckverbindung trennen

3. Teil B der Steckverbindung in Halterung zurück legen.

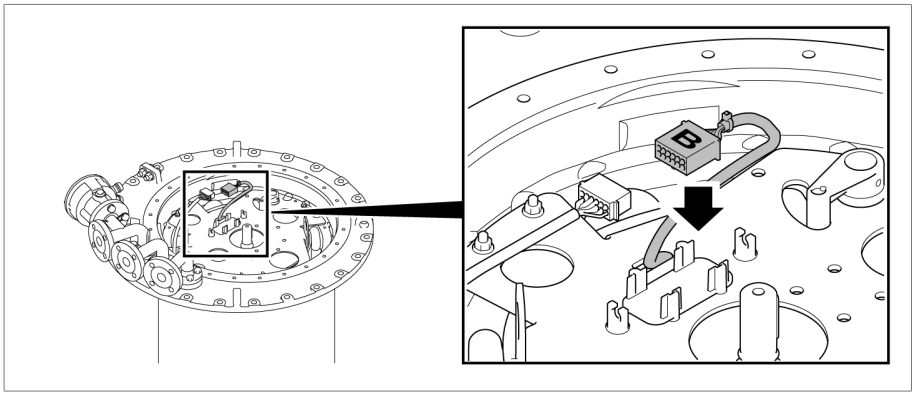


Abbildung 79: TeilB der Steckverbindung in Halterung legen

4. Teil A der Steckverbindung so weit in Pfeilrichtung aus dem Laststufenschalterkopf heraus schwenken, bis er zwischen den Rohrleitungsanschlüssen liegt und das Kabel beim Herausziehen des Lastumschaltereinsatzes nicht beschädigt werden kann.

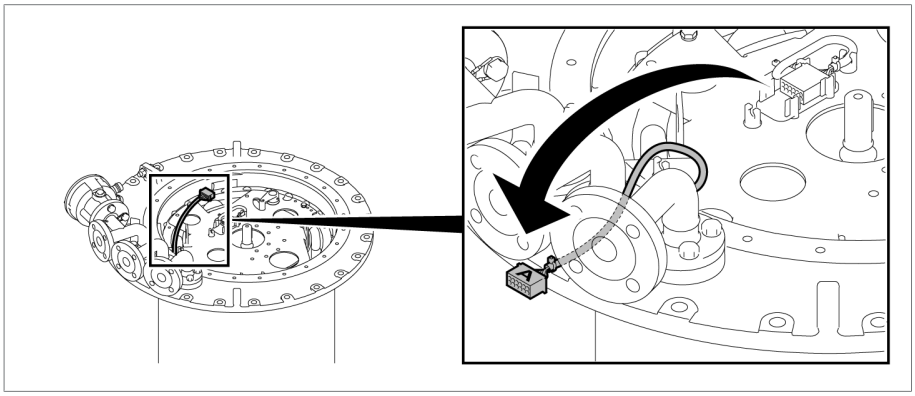


Abbildung 80: Teil A der Steckverbindung heraus schwenken

5.3.6.4 Lastumschaltereinsatz herausheben

1. Muttern und Sicherungselemente an der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes lösen.
   ACHTUNG! Darauf achten, dass keine Teile in das Ölgefäß fallen. Teile

im Ölgefäß können den Lastumschaltereinsatz blockieren und so Laststufenschalter und Transformator beschädigen. Bei Ausbau und Einbau alle Teile auf vollständige Stückzahl kontrollieren.

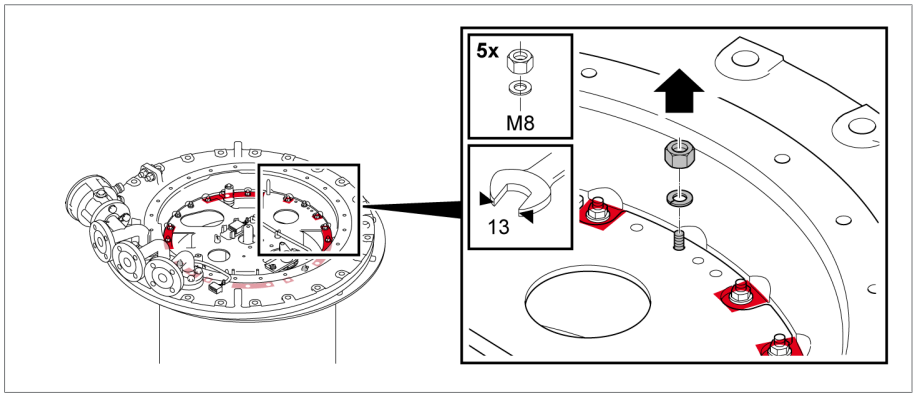


Abbildung 81: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

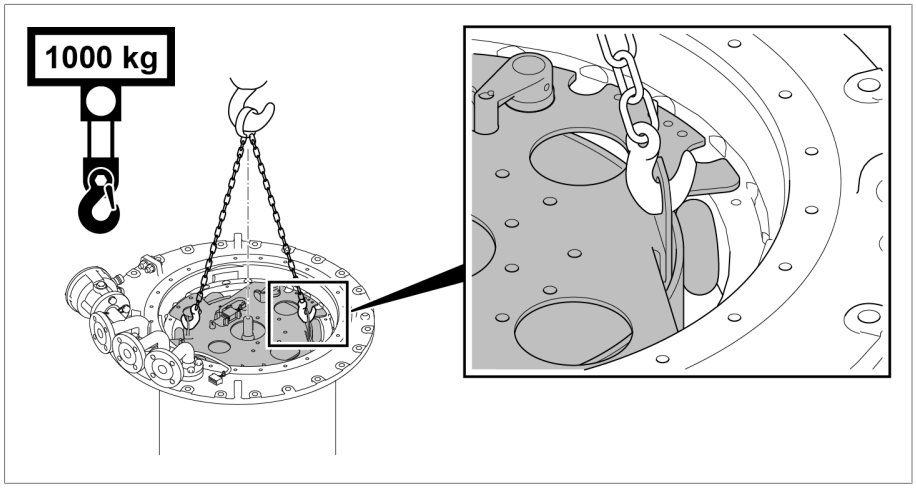


Abbildung 82: Laschen an der Tragplatte

3. Lastumschaltereinsatz langsam und senkrecht herausheben.

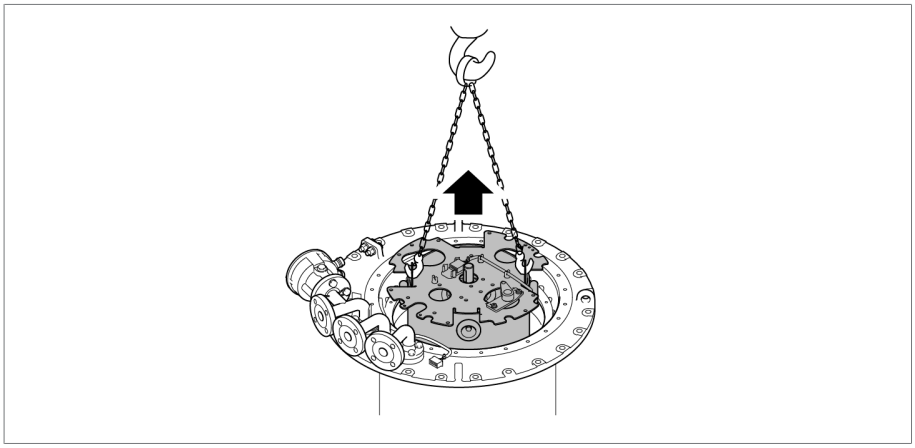


Abbildung 83: Lastumschaltereinsatz herausheben

4. ⚠ **VORSICHT!** Ein instabil aufgestellter Lastumschaltereinsatz kann kippen und zu Verletzungen und Sachschäden führen. Lastumschaltereinsatz auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern.

5.3.6.5 Ölsaugleitung entfernen

► Anschlussstück der Ölsaugleitung im Laststufenschalterkopf nach innen herausziehen. Auf O-Ring achten.

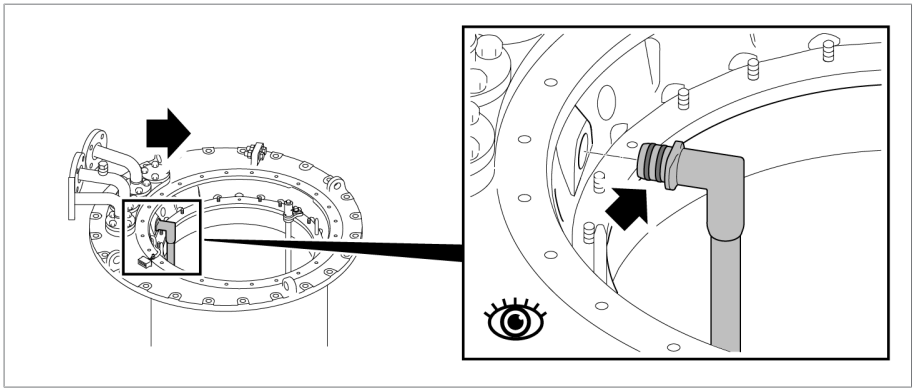


Abbildung 84: Ölsaugleitung

5.3.6.6 Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch abheben

1. Muttern und Sicherungselemente zwischen Oberteil des Laststufenschalterkopfes und Stützflansch entfernen.

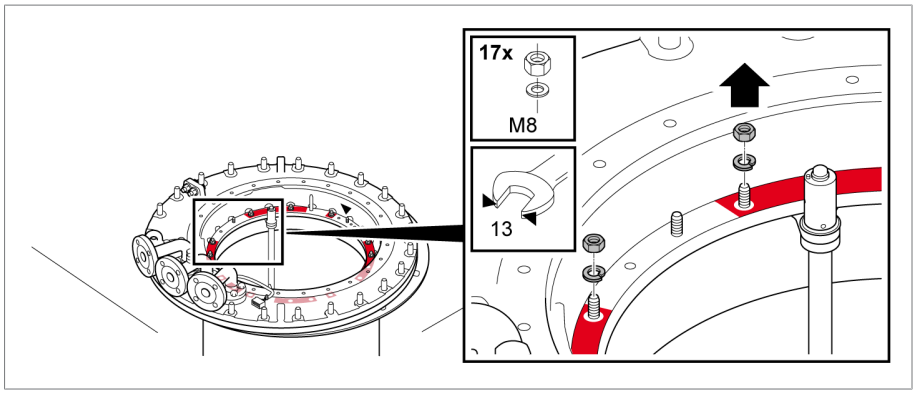


Abbildung 85: Oberteil des Laststufenschalterkopfes mit Muttern

2. Oberteil des Laststufenschalterkopfes vom Stützflansch abheben.

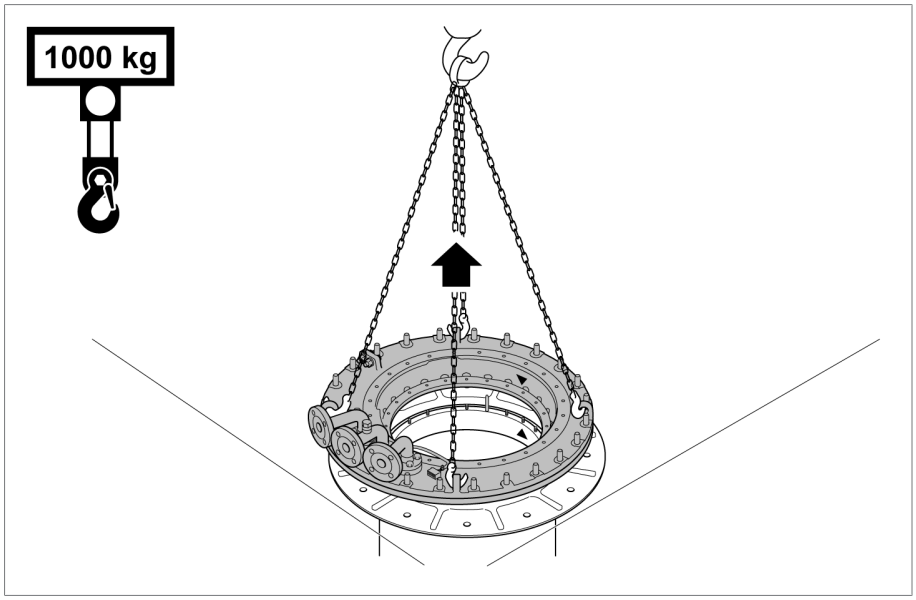


Abbildung 86: Oberteil des Laststufenschalterkopfes

5.3.7 Glockenkessel aufsetzen und Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden

5.3.7.1 Glockenkessel aufsetzen

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

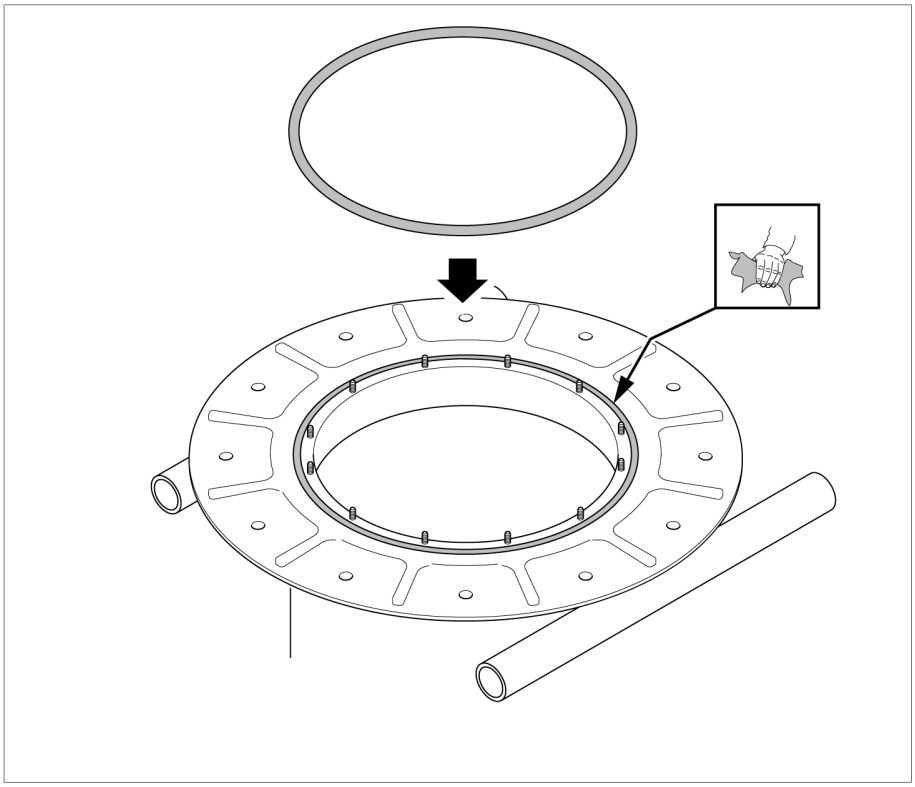


Abbildung 87: Stützflansch mit O-Ring

2. Glockenkessel über Aktivteil des Transformators heben.

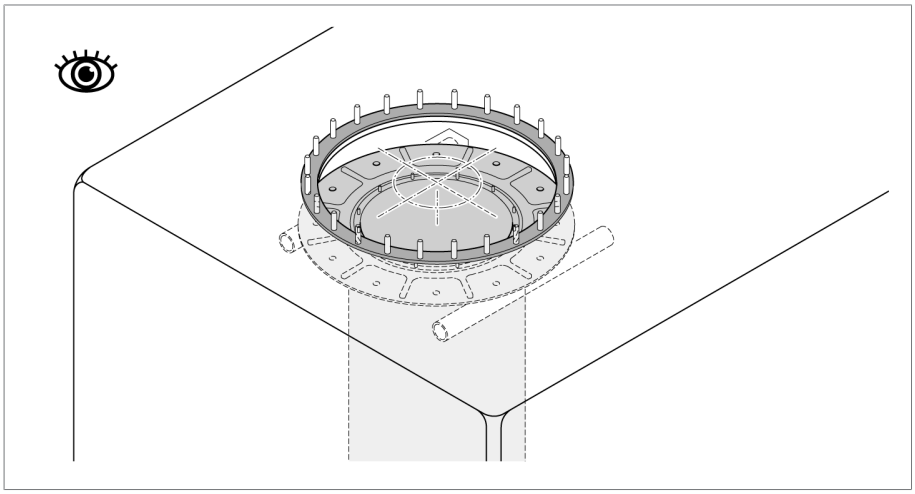


Abbildung 88: Glockenkessel

5.3.7.2 Oberteil des Laststufenschalterkopfes auf Glockenkessel positionieren

1. **ACHTUNG!** Ungeeignete Dichtungen führen zu Ölaustritt und so zu Schäden am Laststufenschalter. Eine für die eingesetzte Isolierflüssigkeit geeignete Dichtung **1** auf den Aufbauflansch **2** legen. Dichtungsflächen an Aufbauflansch und Laststufenschalterkopf säubern.

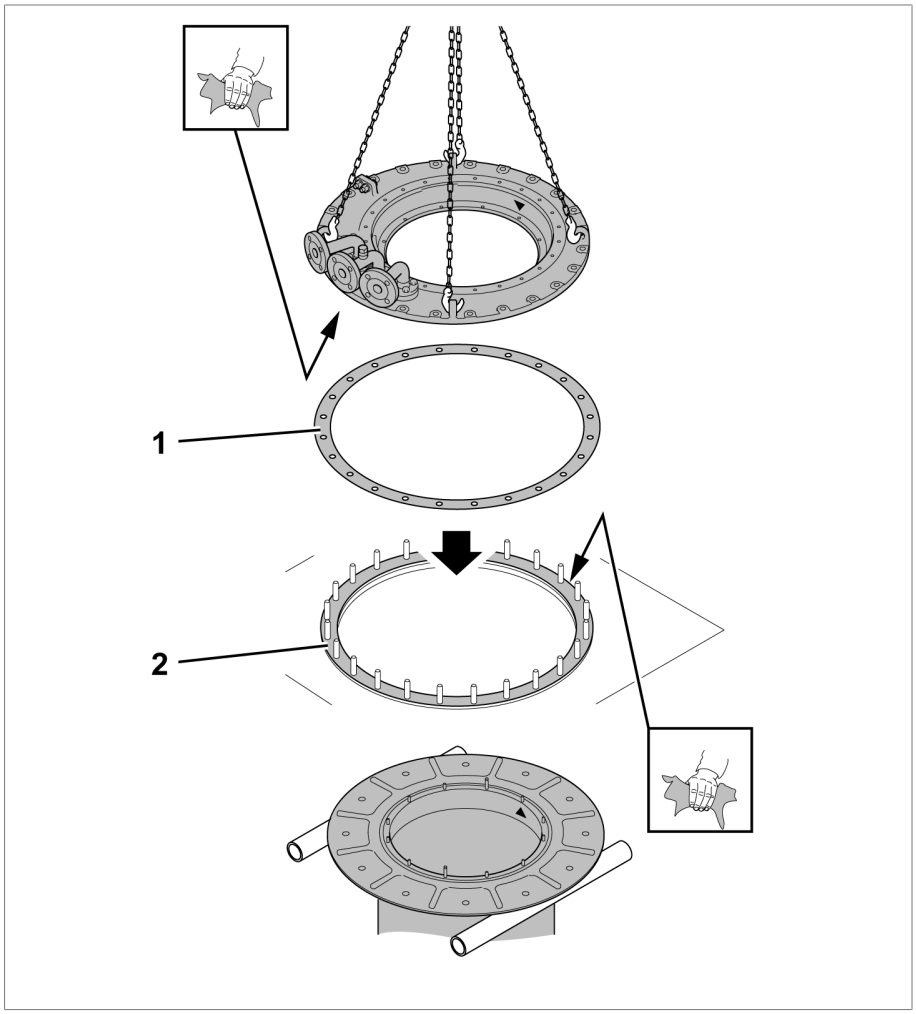


Abbildung 89: Aufbauflansch mit Dichtung

2. Oberteil des Laststufenschalterkopfes so auf Aufbauflansch absenken und positionieren, dass die Dreiecksmarkierungen, Bolzen und Bohrlöcher im Oberteil und Unterteil des Laststufenschalterkopfes fluchten.

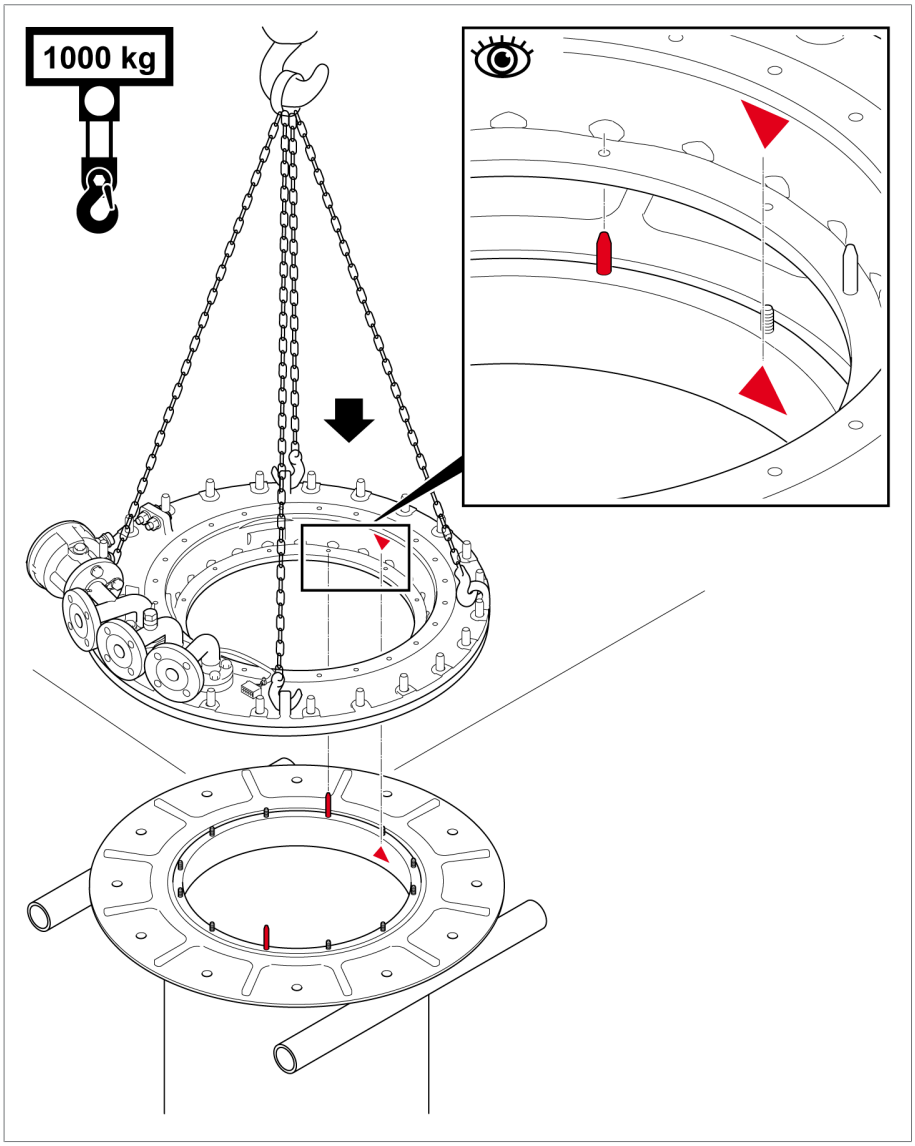


Abbildung 90: Markierungen und Passbolzen

5.3.7.3 Laststufenschalter mit Oberteil des Laststufenschalterkopfes verbinden

1. **ACHTUNG!** Laststufenschalter ausschließlich mit der dafür vorgesehenen Hebetraverse nach oben ziehen. Werden zum Anheben des Laststufenschalters die Verbindungsschrauben des Stützflansches verwendet,

können diese Schrauben beschädigt werden, was eine sachgemäße Verschraubung von Laststufenschalter und Oberteil des Laststufenschalterkopfes unmöglich macht!

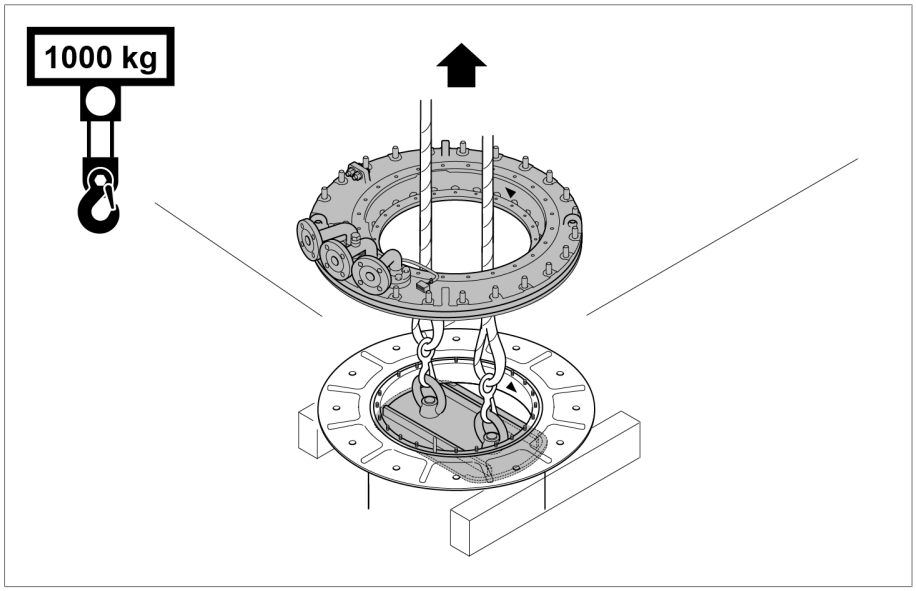


Abbildung 91: Laststufenschalterkopf

2. Oberteil des Laststufenschalterkopfes mit darunter liegendem Stützflansch im rot markierten Bereich mit Muttern und Sicherungselementen verschrauben.

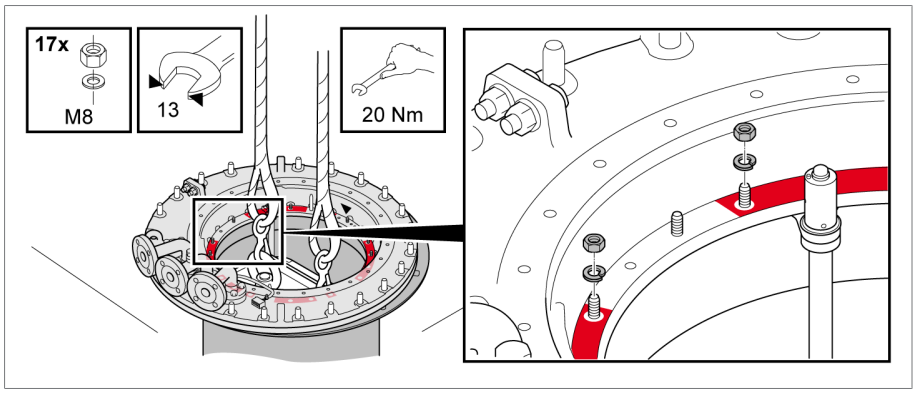


Abbildung 92: Laststufenschalterkopf

3. Hebetraverse entfernen.

4. Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch verschrauben.

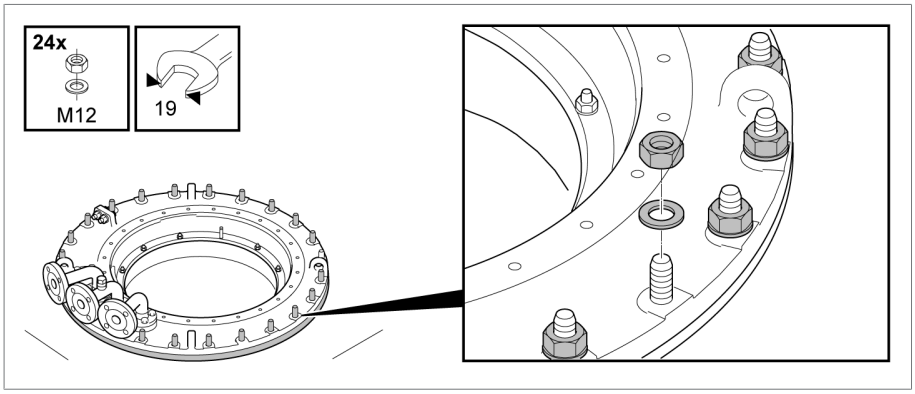


Abbildung 93: Laststufenschalterkopf mit Aufbauflansch verschrauben

5.3.7.4 Ölsaugleitung einsetzen

1. O-Ringe der Ölsaugleitung leicht einfetten.
2. Ölsaugleitung in Laststufenschalterkopf einsetzen. Auf richtigen Sitz der O-Ringe achten.

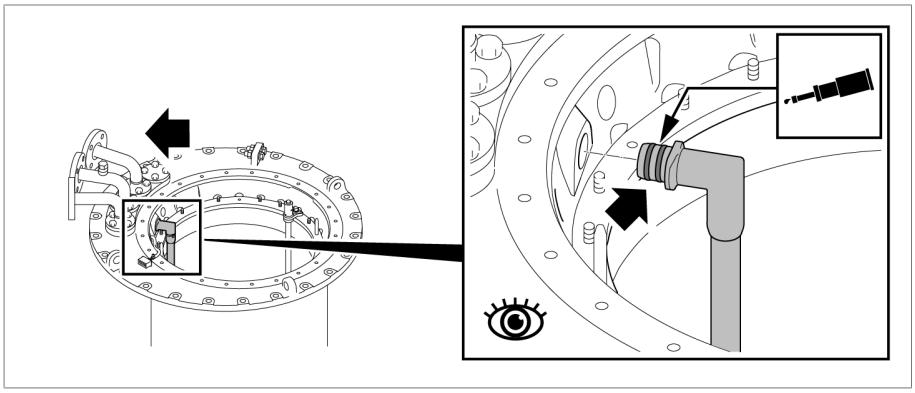


Abbildung 94: Ölsaugleitung

5.3.7.5 Lastumschaltereinsatz einsetzen

1. Sicherstellen, dass die Wählerkupplung und das Anzeigegetriebe zum Einbau des Lastumschaltereinsatzes in der Justierstellung stehen.

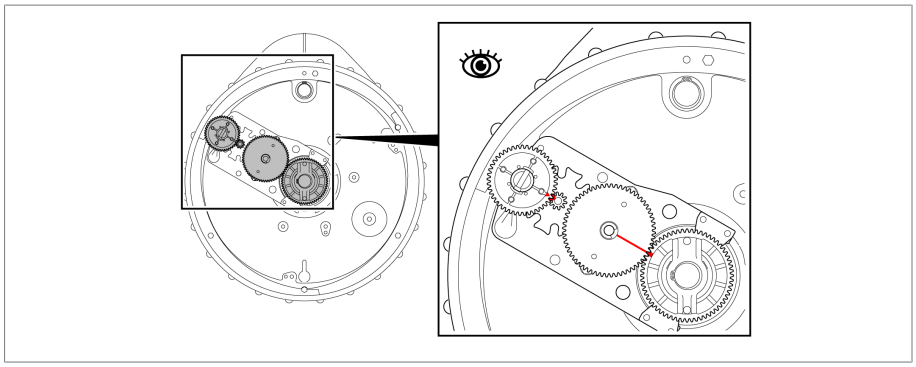


Abbildung 95: Justierstellung

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

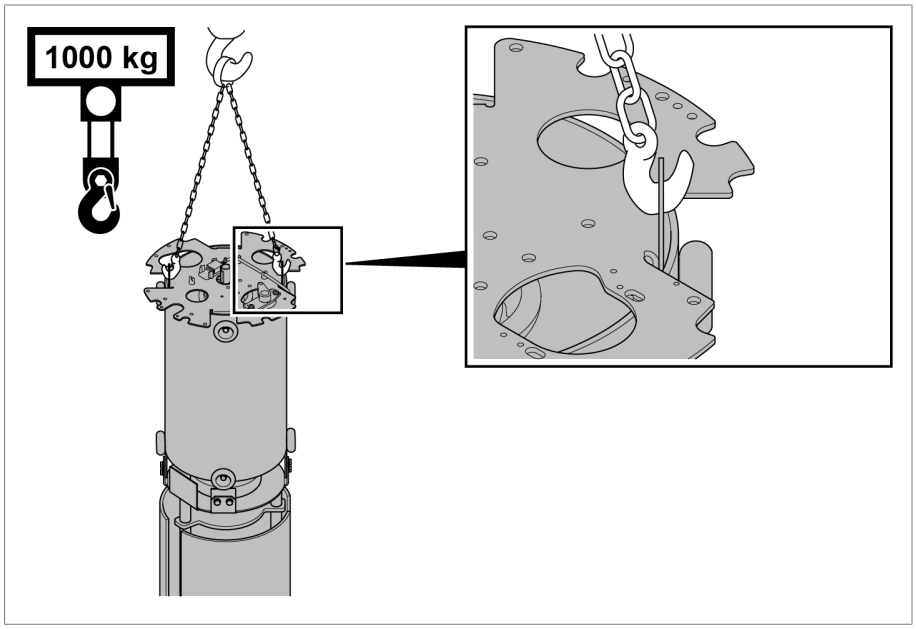


Abbildung 96: Laschen an der Tragplatte

3. Sicherstellen, dass die roten Dreiecke an Kupplung und Tragplatte übereinstimmen.

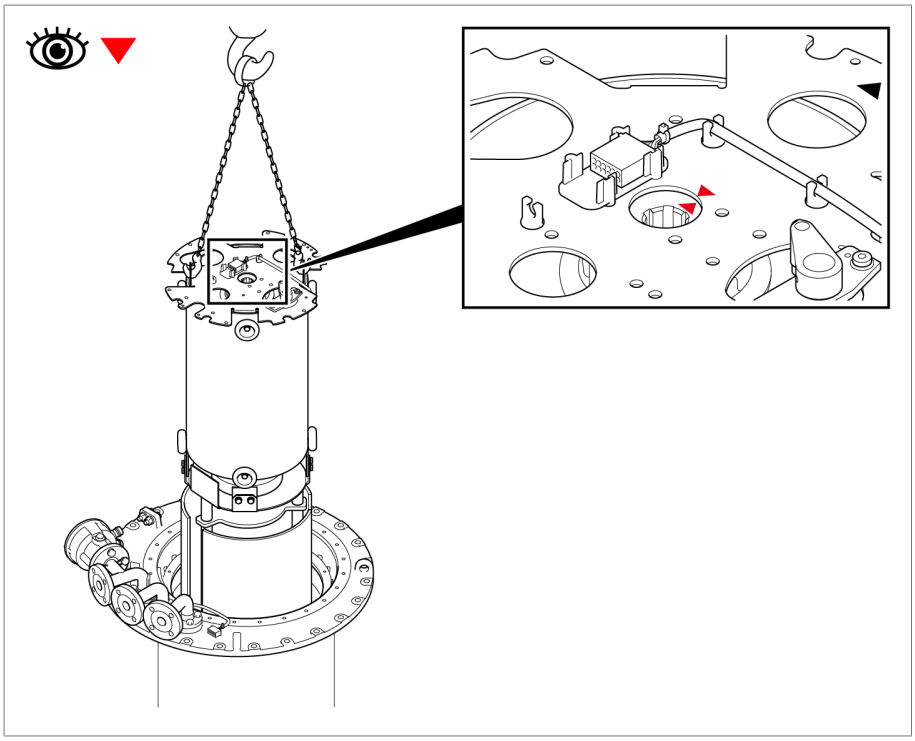


Abbildung 97: Kupplung

4. Lastumschaltereinsatz so ausrichten, dass sich die roten Dreiecke oben am Energiespeicher und am Laststufenschalterkopf gegenüberstehen.

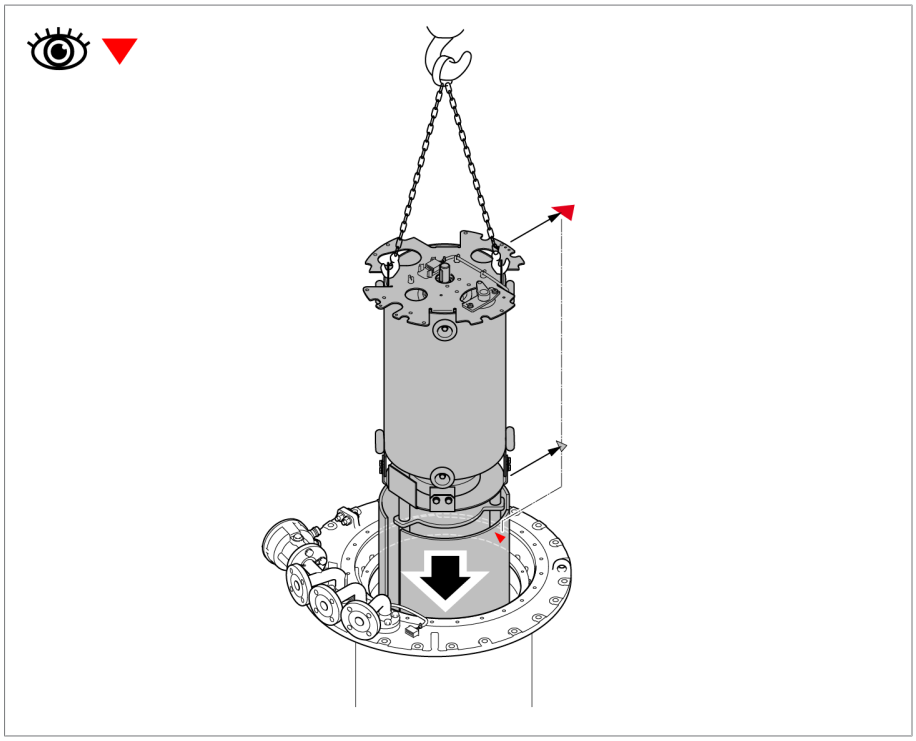


Abbildung 98: Lastumschaltereinsatz ausrichten

5. Lastumschaltereinsatz langsam herablassen.
6. Auf richtige Lage der Tragplatte im Laststufenschalterkopf achten. Rot markierter Bereich muss frei bleiben.
7. Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes mit Muttern und Sicherungselementen befestigen.

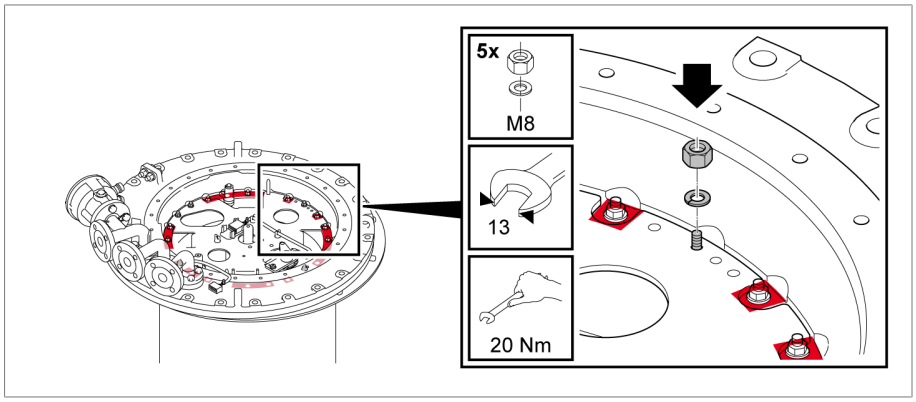


Abbildung 99: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

5.3.7.6 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung verbinden

1. Teil B der Steckverbindung aus Halterung heben.

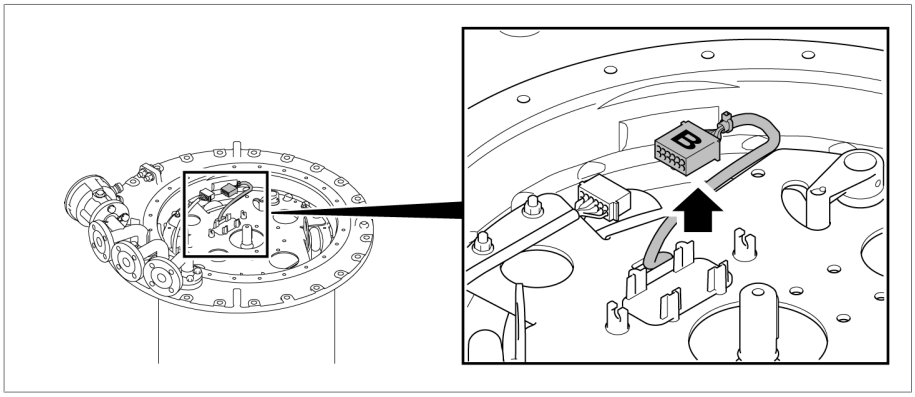


Abbildung 100: Teil B der Steckverbindung

2. Steckverbindung verbinden

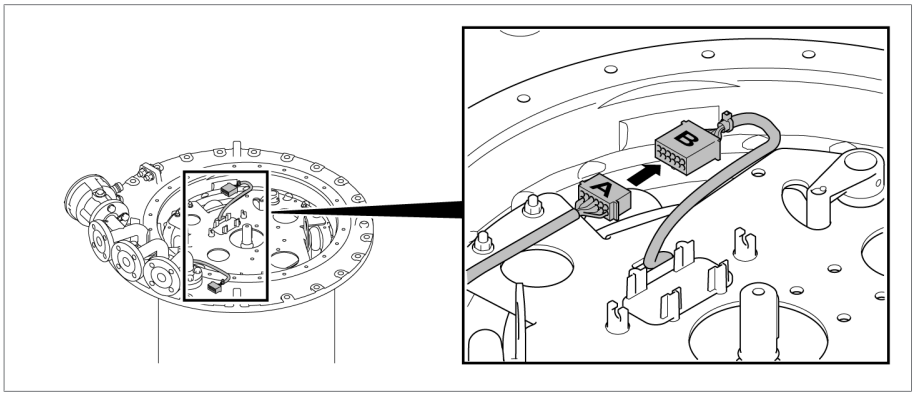


Abbildung 101: Steckverbindung verbinden

3. Steckverbindung in Halterung legen, Leitungen auf beiden Seiten der Steckverbindung in Halteklemmen befestigen.

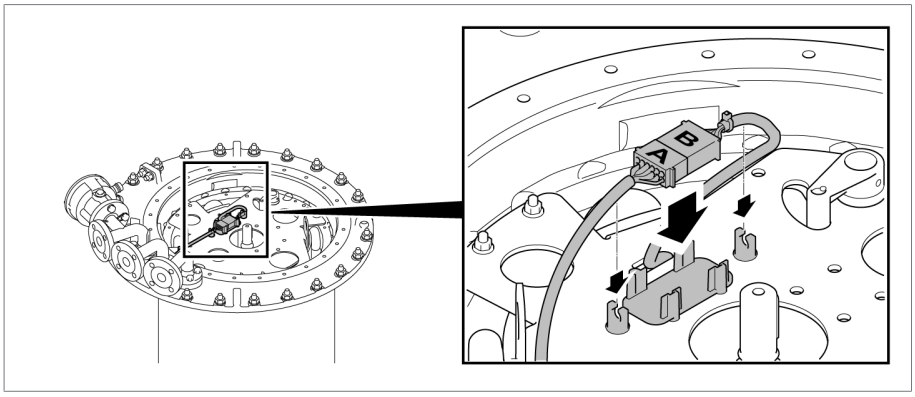


Abbildung 102: Steckverbindung in Halterung legen

5.3.7.7 Stellungsanzeigescheibe einsetzen

Der Einbau der Stellungsanzeigescheibe ist durch den Mitnehmerstift nur in der richtigen Lage möglich.

► Stellungsanzeigescheibe auf Anzeigewelle stecken, Federclip auf Wellenende aufschieben.

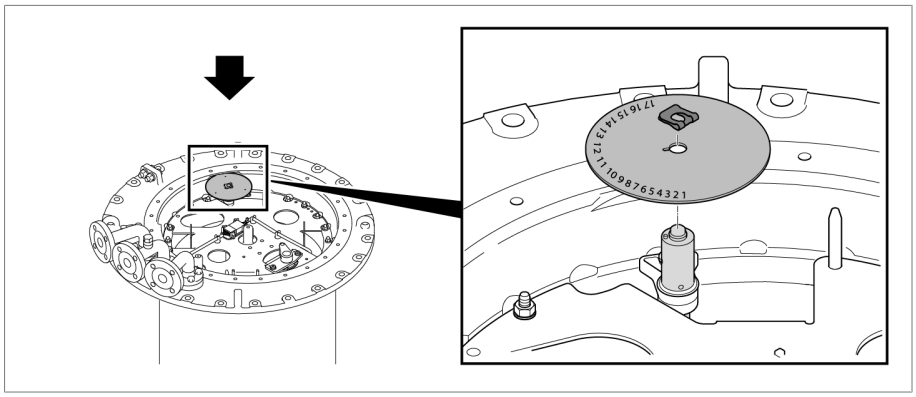


Abbildung 103: Stellungsanzeigescheibe

5.3.7.8 Laststufenschalterkopfdeckel befestigen

1. ***ACHTUNG!*** Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen und darauf achten, den in den Laststufenschalterkopfdeckel eingelegten O-Ring nicht zu beschädigen. Ein beschädigter O-Ring führt zu Ölaustritt und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Des Weiteren darauf achten, dass die roten Dreiecksmarkierungen an Laststufenschalterkopf und Laststufenschalterkopfdeckel übereinstimmen.

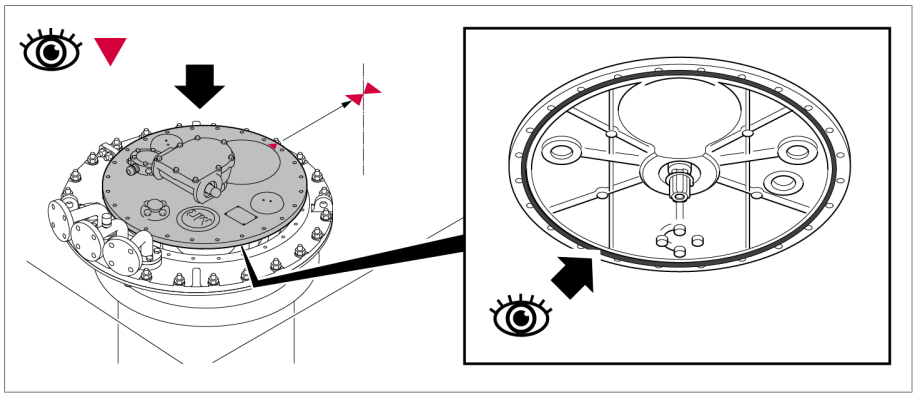


Abbildung 104: Laststufenschalterkopfdeckel mit O-Ring

2. Laststufenschalterkopfdeckel mit Schrauben und Scheiben verschrauben.

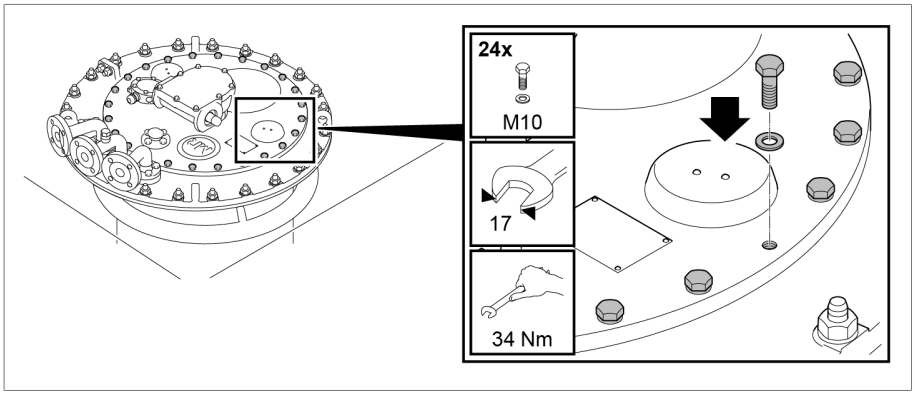


Abbildung 105: Laststufenschalterkopfdeckel

5.3.8 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.

5.3.8.1 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 mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

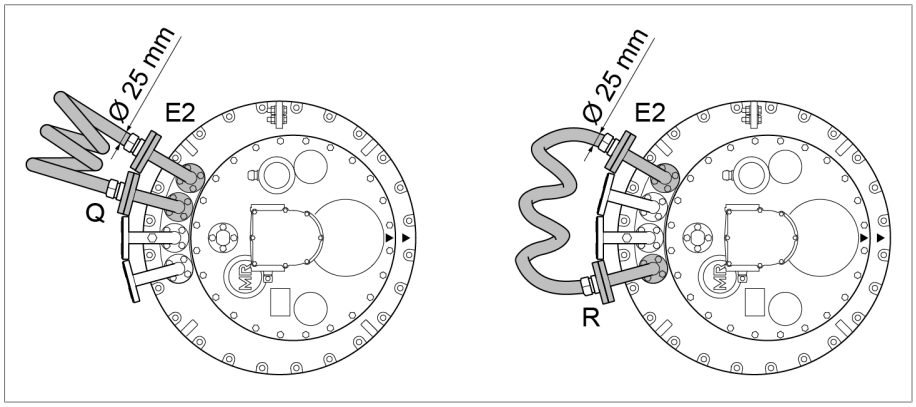


Abbildung 106: Verbindungsleitung

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.

Falls Sie nach der Trocknung erneut eine Übersetzungsmessung durchführen möchten, so gehen Sie wie im Abschnitt „Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen“ [▶Abschnitt 5.3.10, Seite 123] beschrieben vor.

5.3.8.2 Kerosintrocknung im Transformatorkessel

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

Die Kerosinablassschraube befindet sich im Ölgefäßboden und ist im Allgemeinen von außen nicht zugänglich. Sie müssen daher zuerst den Lastumschaltereinsatz ausbauen, die Kerosinablassschraube öffnen und dann den Lastumschaltereinsatz wieder einbauen. Nach der Trocknung müssen Sie dann den Lastumschaltereinsatz erneut ausbauen, um die Kerosinablassschraube wieder zu schließen.

Wenn Sie die Kerosinablassschraube schon während des Einbaus des Laststufenschalters in den Transformator für die Kerosintrocknung im Transformatorkessel geöffnet haben, können Sie direkt mit der Trocknung beginnen.

5.3.8.2.1 Lastumschaltereinsatz ausbauen

5.3.8.2.1.1 Laststufenschalter in Justierstellung schalten

► Laststufenschalter in Justierstellung schalten. Die Justierstellung ist im mitgelieferten Anschlussschaltbild des Laststufenschalters angegeben.

5.3.8.2.1.2 Laststufenschalterkopfdeckel entfernen

⚠ 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 das Schauglas mit dem Deckel verschlossen ist.
2. Schrauben mit Scheiben am Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

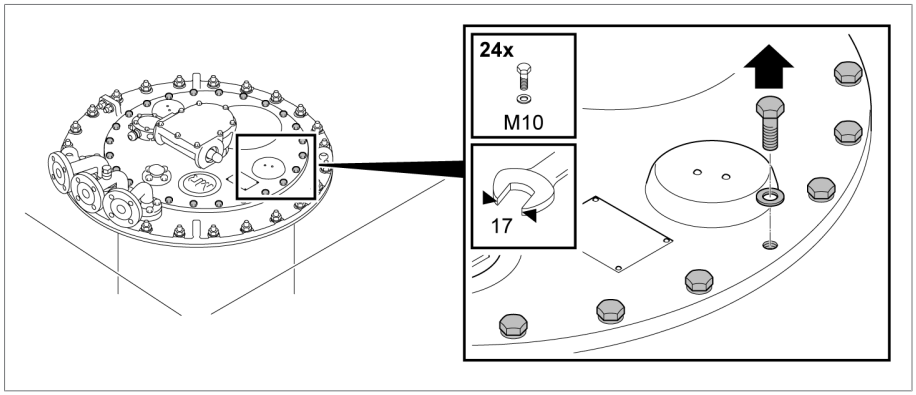


Abbildung 107: Laststufenschalterkopfdeckel

3. Laststufenschalterkopfdeckel entfernen.

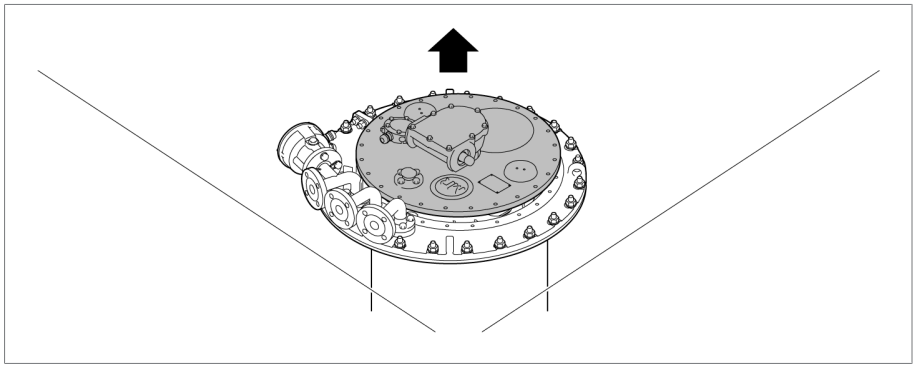


Abbildung 108: Laststufenschalterkopfdeckel

5.3.8.2.1.3 Stellungsanzeigescheibe entfernen

► Federclip vom Wellenende abziehen und Stellungsanzeigescheibe entfernen.

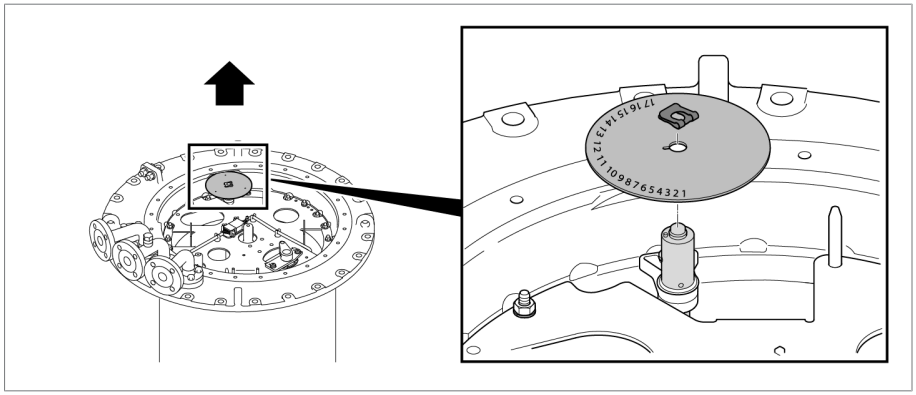


Abbildung 109: Stellungsanzeigescheibe

5.3.8.2.1.4 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung trennen

⚠ GEFAHR

Elektrischer Schlag!

Liegt an der Schaltüberwachungseinrichtung Versorgungsspannung an, kann es zum elektrischen Schlag kommen.

► Schaltüberwachungseinrichtung von der Versorgungsspannung trennen und gegen Wiedereinschalten sichern.

ACHTUNG

Schäden an der Schaltüberwachungseinrichtung!

Unvorsichtiges Trennen der Schaltüberwachungseinrichtung kann die Schaltüberwachungseinrichtung beschädigen und so zu Schäden am Laststufenschalter führen.

► Schaltüberwachungseinrichtung vorsichtig trennen, um Anschlussleitungen nicht zu beschädigen oder abzureißen.

1. Steckverbindung und Leitungen aus Halterung und Halteklemmen heben.

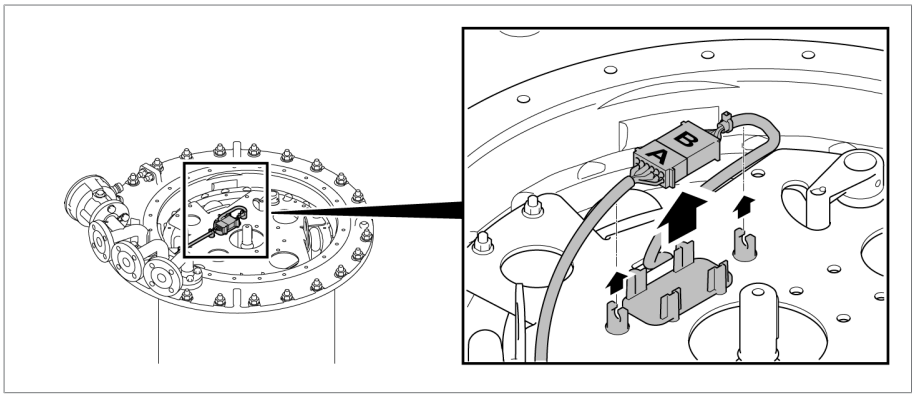


Abbildung 110: Steckverbindung heraus heben

2. Steckverbindung trennen.

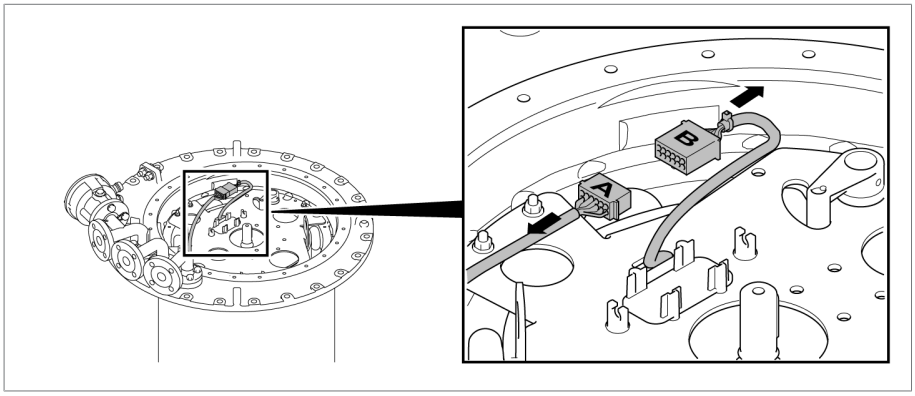


Abbildung 111: Steckverbindung trennen

3. Teil B der Steckverbindung in Halterung zurück legen.

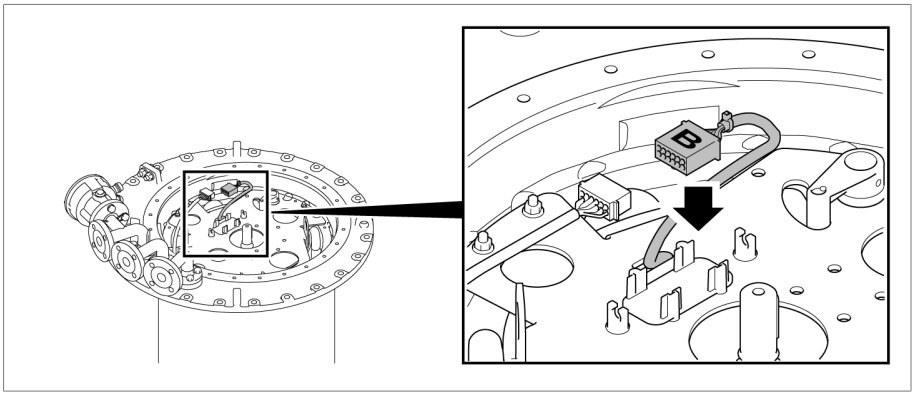


Abbildung 112: TeilB der Steckverbindung in Halterung legen

4. Teil A der Steckverbindung so weit in Pfeilrichtung aus dem Laststufenschalterkopf heraus schwenken, bis er zwischen den Rohrleitungsanschlüssen liegt und das Kabel beim Herausziehen des Lastumschaltereinsatzes nicht beschädigt werden kann.

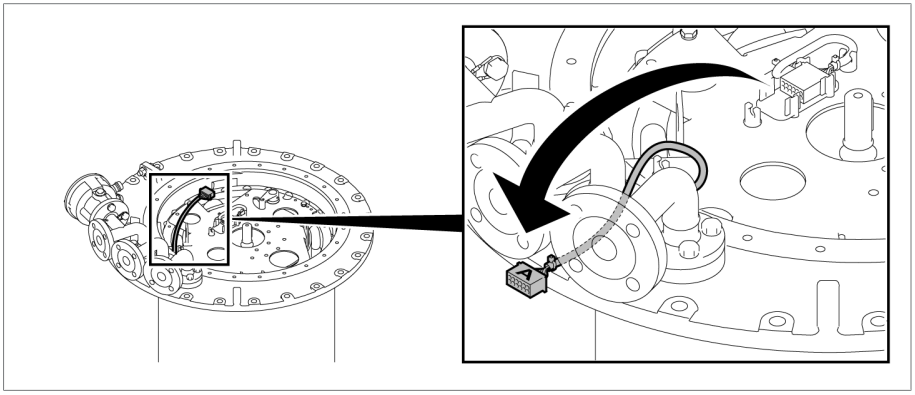


Abbildung 113: Teil A der Steckverbindung heraus schwenken

5.3.8.2.1.5 Lastumschaltereinsatz herausheben

1. Muttern und Sicherungselemente an der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes lösen.
   ACHTUNG! Darauf achten, dass keine Teile in das Ölgefäß fallen. Teile

im Ölgefäß können den Lastumschaltereinsatz blockieren und so Laststufenschalter und Transformator beschädigen. Bei Ausbau und Einbau alle Teile auf vollständige Stückzahl kontrollieren.

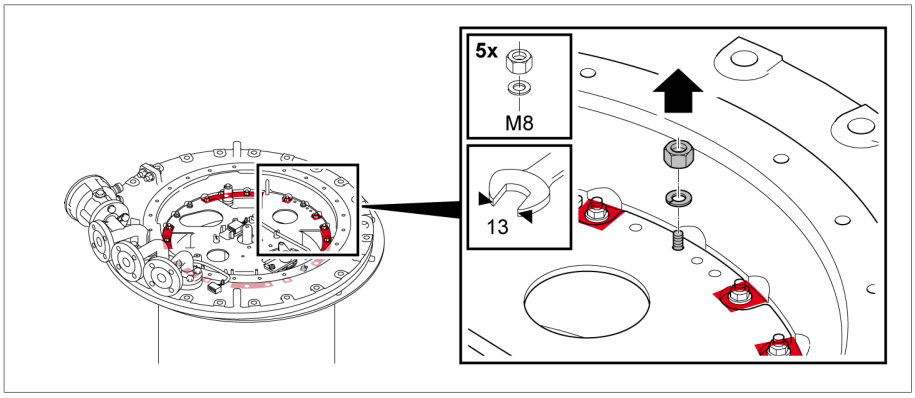


Abbildung 114: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

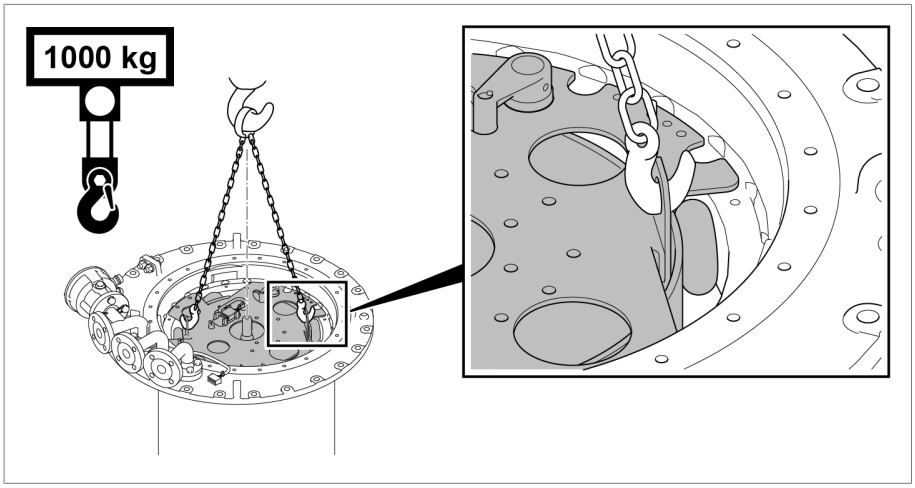


Abbildung 115: Laschen an der Tragplatte

3. Lastumschaltereinsatz langsam und senkrecht herausheben.

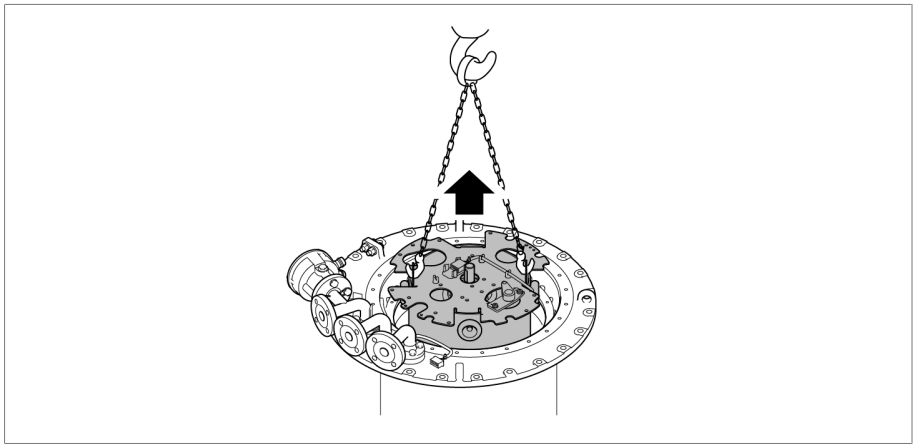


Abbildung 116: Lastumschaltereinsatz herausheben

4. **⚠ VORSICHT!** Ein instabil aufgestellter Lastumschaltereinsatz kann kippen und zu Verletzungen und Sachschäden führen. Lastumschaltereinsatz auf ebener Fläche abstellen und gegen Umkippen sichern.

5.3.8.2.2 Kerosinablassschraube öffnen

► ***ACHTUNG!*** Kerosinablassschraube mit verlängertem Steckschlüssel gegen den Uhrzeigersinn bis zum Auftreten der Schwergängigkeit herausdrehen. Kerosinablassschraube niemals komplett herausdrehen.

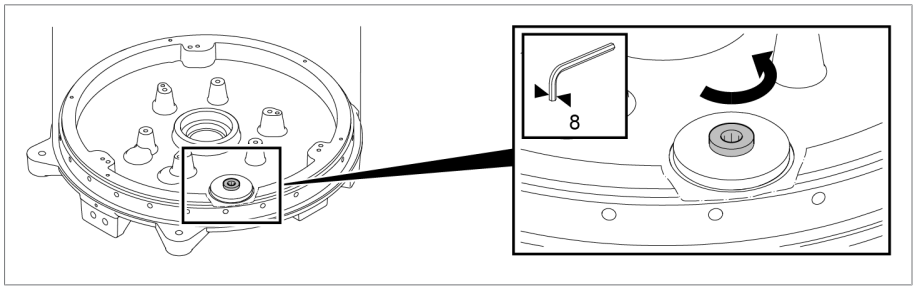


Abbildung 117: Kerosinablassschraube

5.3.8.2.3 Lastumschaltereinsatz einsetzen

5.3.8.2.3.1 Lastumschaltereinsatz einsetzen

1. Sicherstellen, dass die Wählerkupplung und das Anzeigegetriebe zum Einbau des Lastumschaltereinsatzes in der Justierstellung stehen.

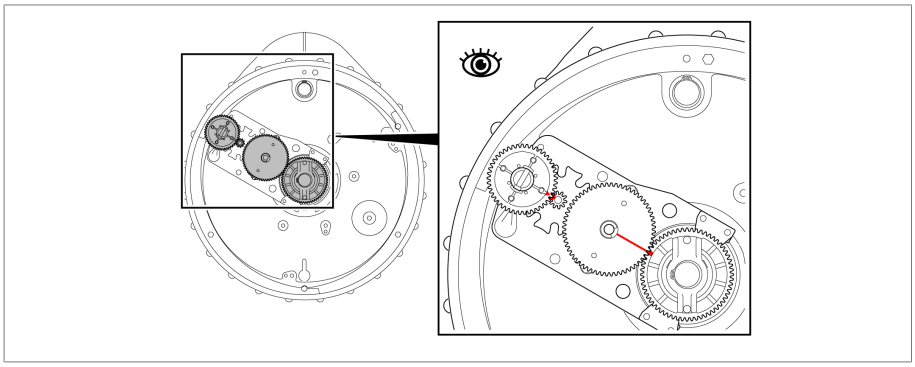


Abbildung 118: Justierstellung

2. Seilzuggehänge an den dafür vorgesehen Laschen der Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes einhängen und senkrecht über den Lastumschaltereinsatz bringen.

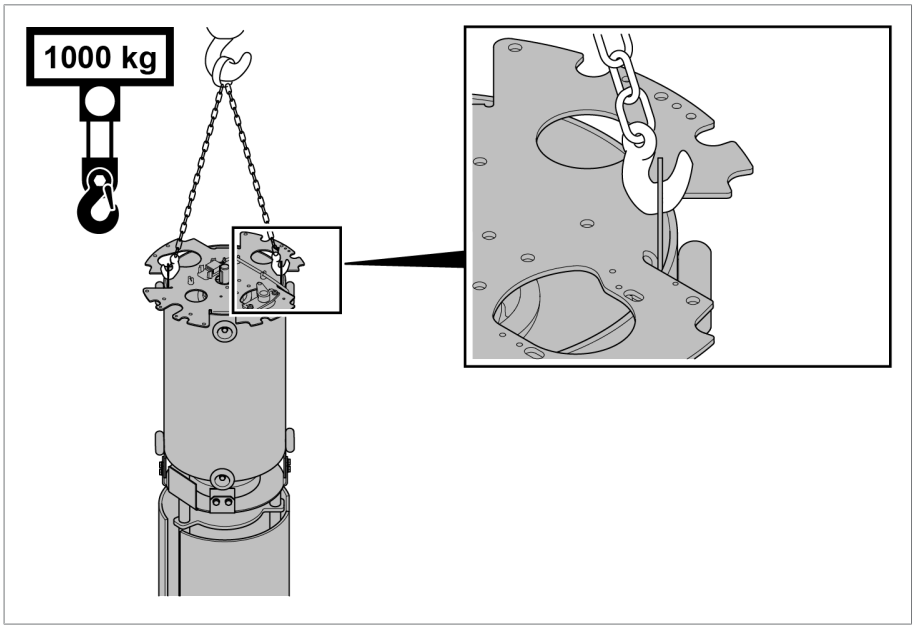


Abbildung 119: Laschen an der Tragplatte

3. Sicherstellen, dass die roten Dreiecke an Kupplung und Tragplatte übereinstimmen.

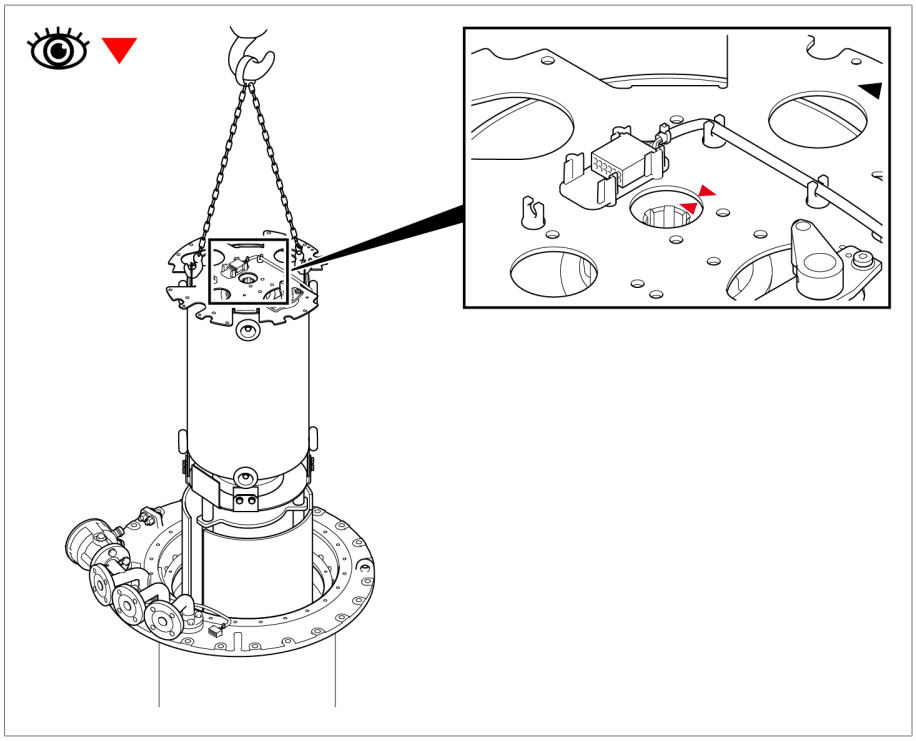


Abbildung 120: Kupplung

4. Lastumschaltereinsatz so ausrichten, dass sich die roten Dreiecke oben am Energiespeicher und am Laststufenschalterkopf gegenüberstehen.

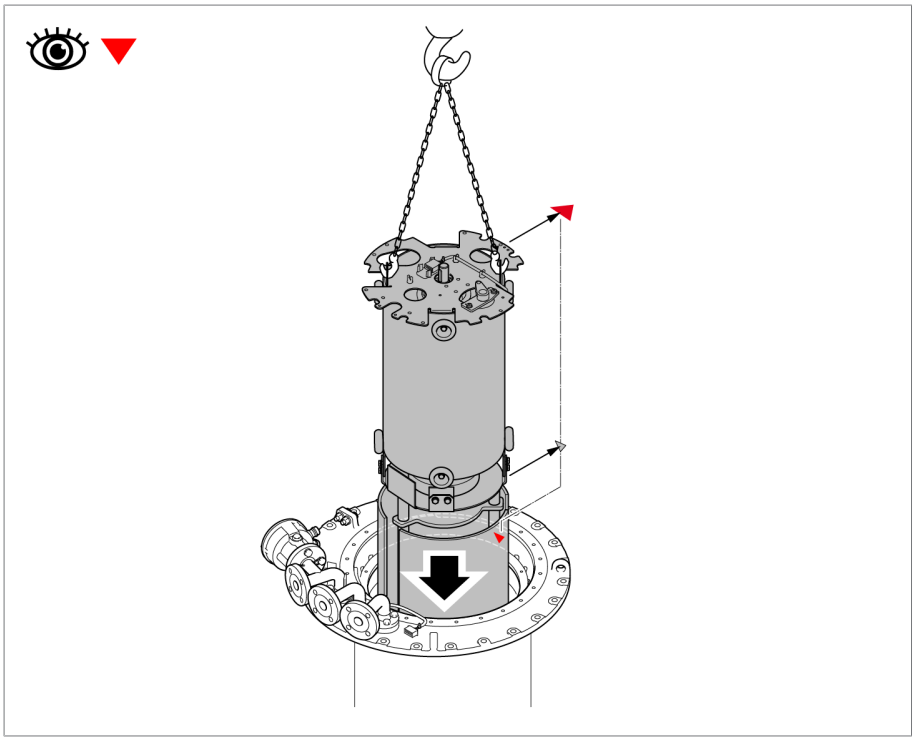


Abbildung 121: Lastumschaltereinsatz ausrichten

5. Lastumschaltereinsatz langsam herablassen.
6. Auf richtige Lage der Tragplatte im Laststufenschalterkopf achten. Rot markierter Bereich muss frei bleiben.
7. Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes mit Muttern und Sicherungselementen befestigen.

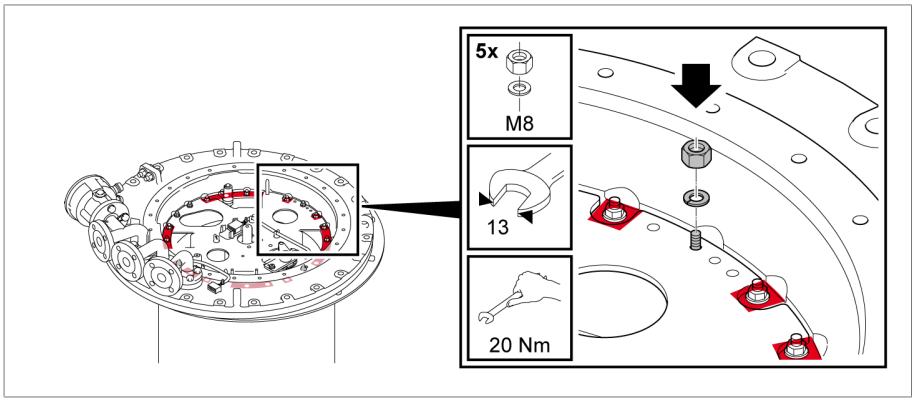


Abbildung 122: Tragplatte des Lastumschaltereinsatzes

5.3.8.2.3.2 Steckverbindung der Schaltüberwachungseinrichtung verbinden

1. Teil B der Steckverbindung aus Halterung heben.

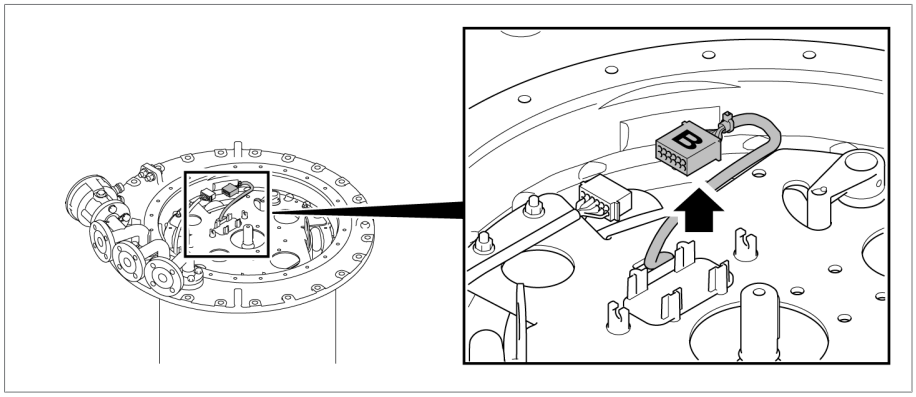


Abbildung 123: Teil B der Steckverbindung

2. Steckverbindung verbinden

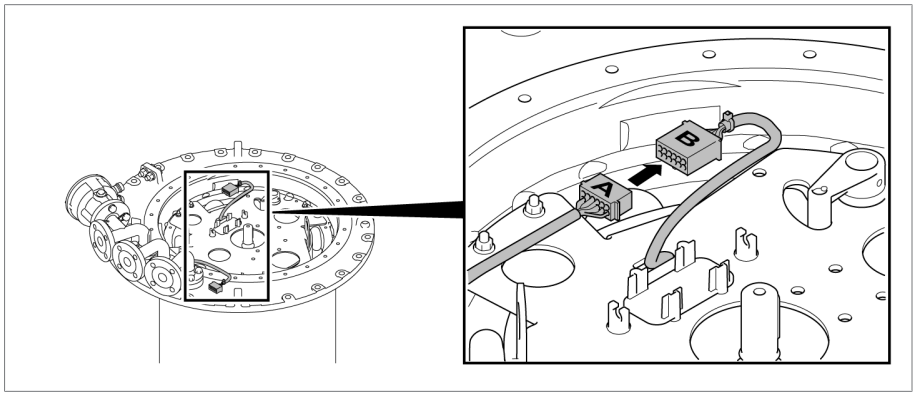


Abbildung 124: Steckverbindung verbinden

3. Steckverbindung in Halterung legen, Leitungen auf beiden Seiten der Steckverbindung in Halteklemmen befestigen.

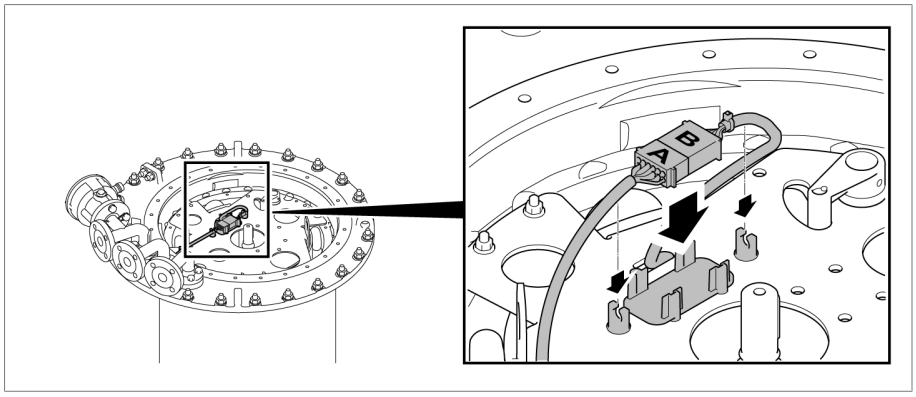


Abbildung 125: Steckverbindung in Halterung legen

5.3.8.2.3.3 Stellungsanzeigescheibe einsetzen

Der Einbau der Stellungsanzeigescheibe ist durch den Mitnehmerstift nur in der richtigen Lage möglich.

► Stellungsanzeigescheibe auf Anzeigewelle stecken, Federclip auf Wellenende aufschieben.

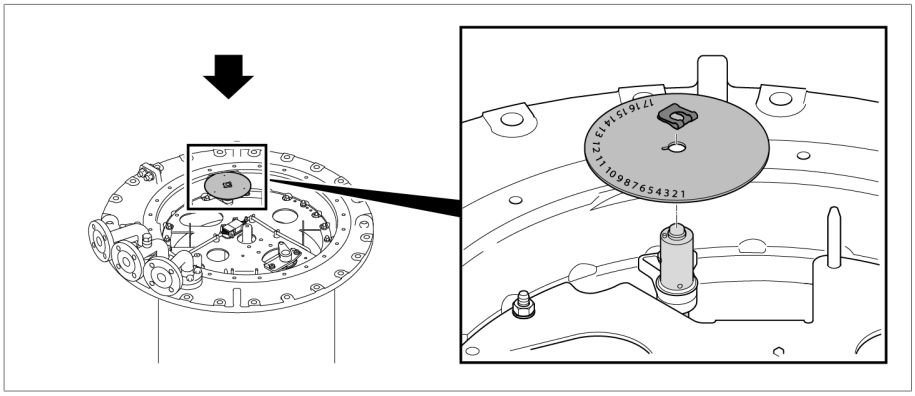


Abbildung 126: Stellungsanzeigescheibe

5.3.8.2.3.4 Laststufenschalterkopfdeckel befestigen

1. ***ACHTUNG!*** Laststufenschalterkopfdeckel auf Laststufenschalterkopf setzen und darauf achten, den in den Laststufenschalterkopfdeckel eingelegten O-Ring nicht zu beschädigen. Ein beschädigter O-Ring führt zu Ölaustritt und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Des Weiteren darauf achten, dass die roten Dreiecksmarkierungen an Laststufenschalterkopf und Laststufenschalterkopfdeckel übereinstimmen.

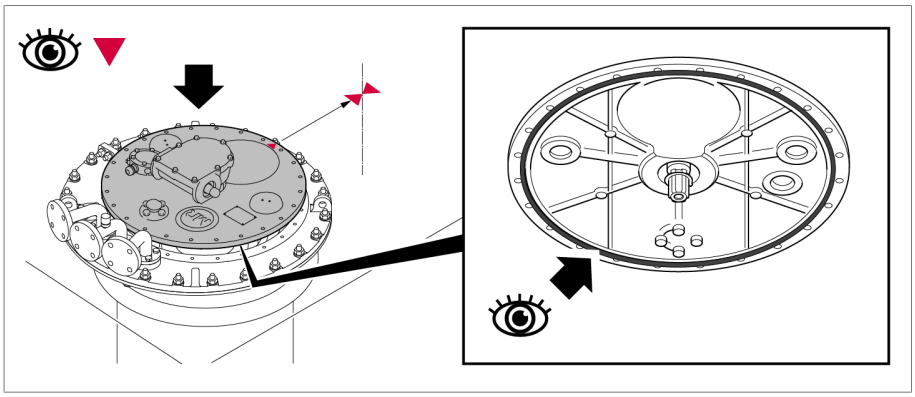


Abbildung 127: Laststufenschalterkopfdeckel mit O-Ring

2. Laststufenschalterkopfdeckel mit Schrauben und Scheiben verschrauben.

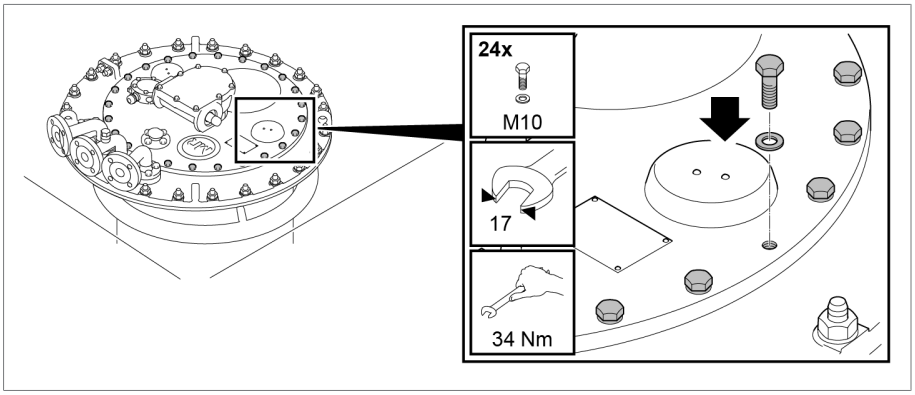


Abbildung 128: Laststufenschalterkopfdeckel

5.3.8.2.4 Laststufenschalter trocknen

1. Rohrleitungsanschlüsse R und Q des Laststufenschalterkopfes mit einer gemeinsamen Leitung an die Kerosindampfleitung anschließen.
2. Nicht verwendete Rohrleitungsanschlüsse mit geeignetem Blinddeckel verschließen.

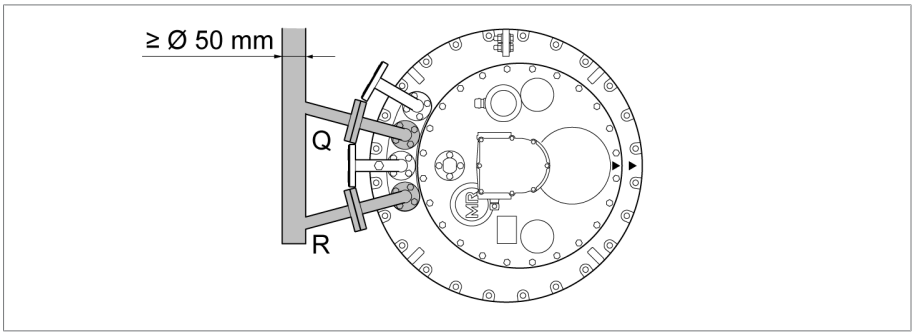


Abbildung 129: gemeinsame Leitung

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.

5.3.8.2.5 Kerosinablassschraube schließen

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.

1. Lastumschaltereinsatz ausbauen [►Abschnitt 5.3.8.2.1, Seite 110].
2. **ACHTUNG!** Eine offene Kerosinablassschraube führt zu Austritt von Isolierflüssigkeit aus dem Ölgefäß und somit zu Schäden am Laststufenschalter. Kerosinablassschraube mit verlängertem Steckschlüssel im Uhrzeigersinn schließen (Anziehmoment 20 Nm).
3. Lastumschaltereinsatz einsetzen [►Abschnitt 5.3.8.2.3, Seite 116].

Falls Sie nach der Trocknung erneut eine Übersetzungsmessung durchführen möchten, so gehen Sie wie im Abschnitt „Übersetzungsmessung nach der Trocknung durchführen“ [►Abschnitt 5.3.10, Seite 123] beschrieben vor.

5.3.9 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

► Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [►Abschnitt 8.1, Seite 221] verwenden.

Füllen Sie nach der Trocknung das Ölgefäß (Lastumschaltereinsatz eingebaut) möglichst zeitnah wieder vollständig mit Isolierflüssigkeit, 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.

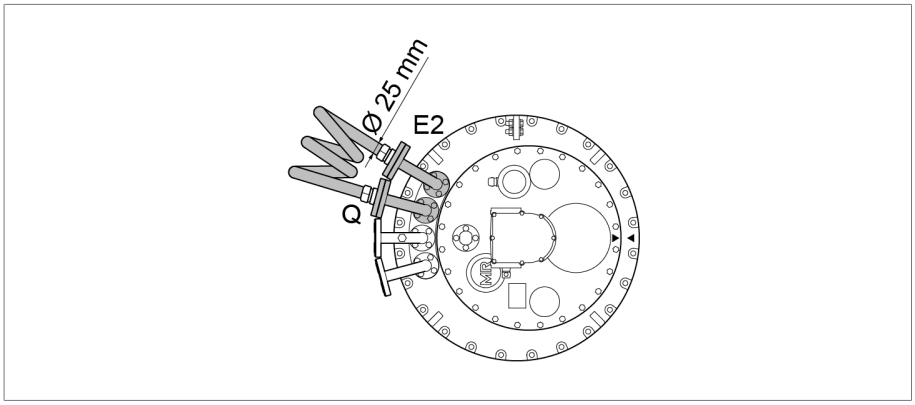


Abbildung 130: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

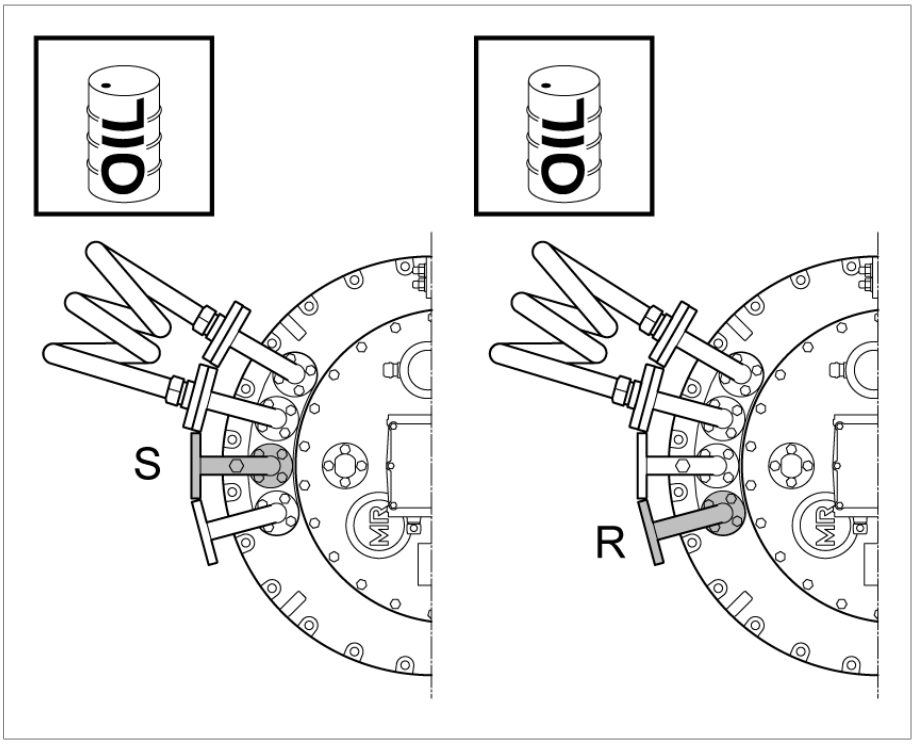


Abbildung 131: Rohrleitungsanschluss S und R

5.3.10 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).

5.4 Schutzeinrichtungen und Antriebskomponenten anbauen

5.4.1 Schaltüberwachungseinrichtung anschließen

⚠ GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrische Spannung!

Lebensgefahr durch elektrische Spannung während der Montage und dem Anschluss des Geräts.

► Gerät und Anlagenperipherie spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern.

► Die im Laststufenschalterkopf eingebauten Überwachungskontakte (Klemmenkasten am Rohrleitungsanschluss Q) über eine Verbindungsleitung an die Klemmen des Motorantriebs entsprechend dem mitgelieferten Anschlussschaltbild anschließen.

5.4.2 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.

5.4.2.1 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.

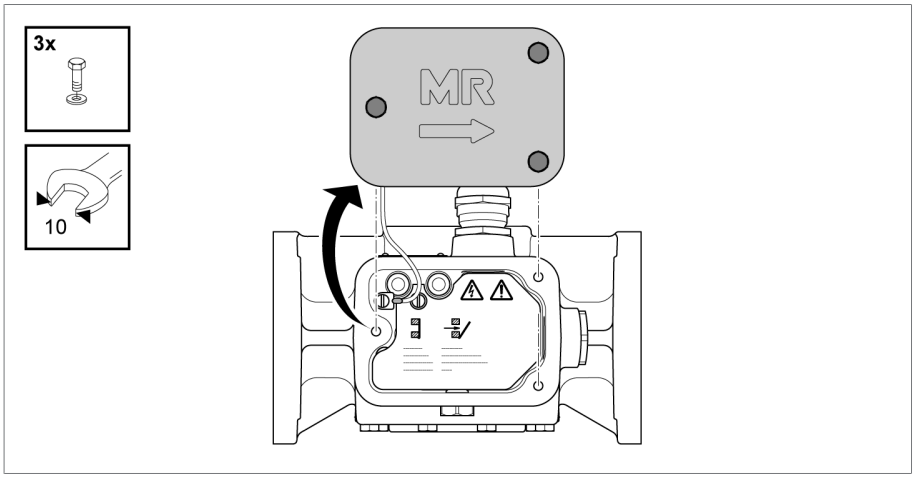


Abbildung 132: Klemmenkastendeckel

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

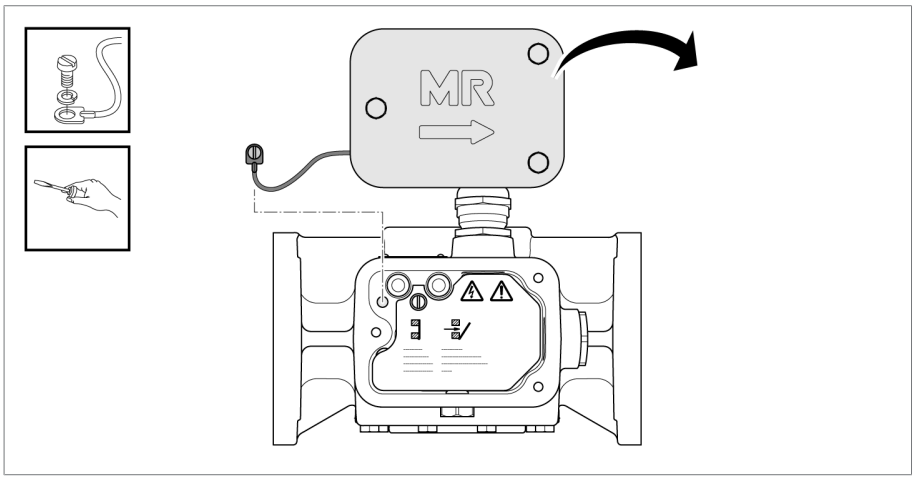


Abbildung 133: Klemmenkastendeckel

ACHTUNG

Schäden am Schutzrelais!

Schäden am Schutzrelais durch unsachgemäße Bedienung.

► Niemals beide Prüftaster gleichzeitig betätigen.

3. Prüftaster AUS betätigen.
   ⇨ Stauklappe steht schräg. Schauzeichen erscheint in der Mitte des Sichtfensters.

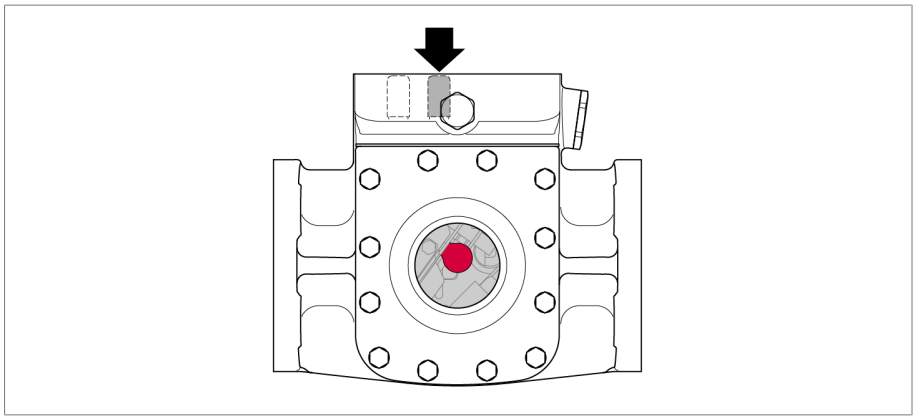


Abbildung 134: Stellung AUS

4. Prüftaster BETRIEB betätigen.
   ⇨ Stauklappe steht senkrecht.

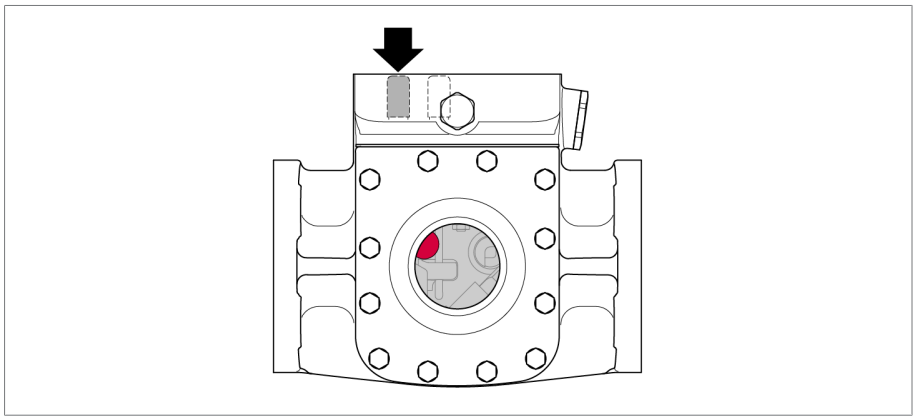


Abbildung 135: Stellung BETRIEB

5. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.

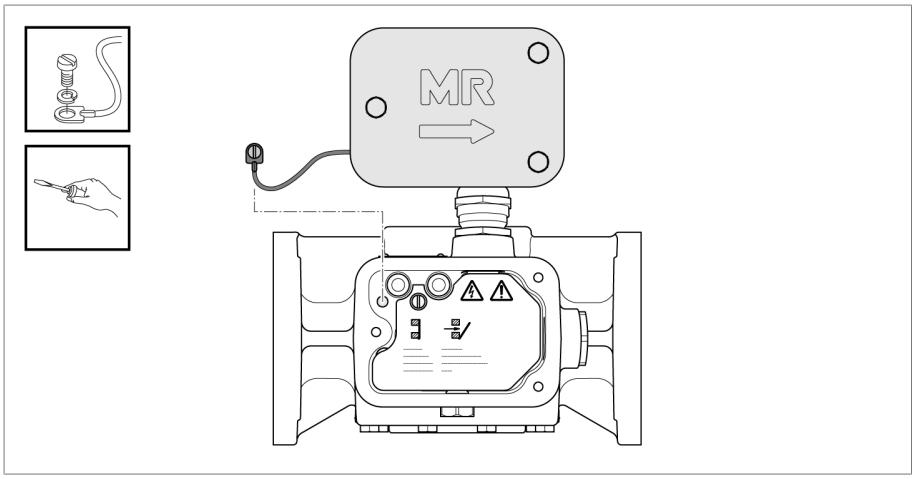


Abbildung 136: Klemmenkastendeckel

6. Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.

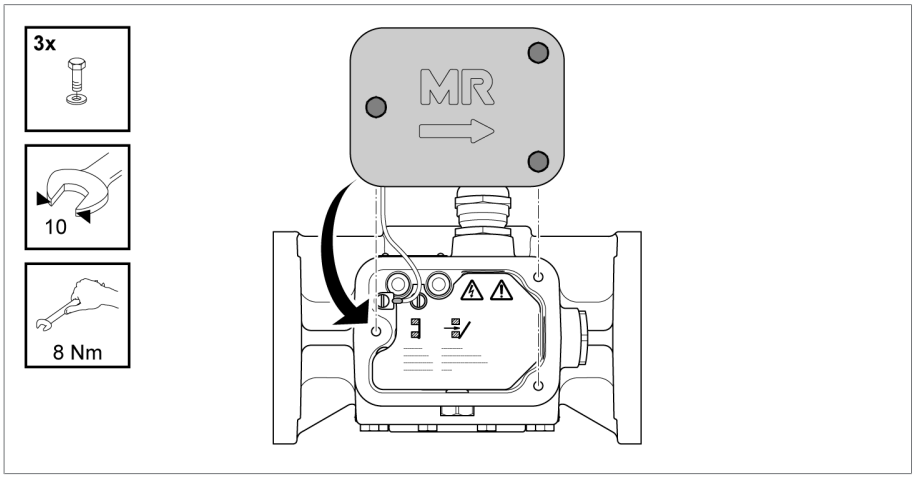


Abbildung 137: Klemmenkastendeckel

5.4.2.2 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.

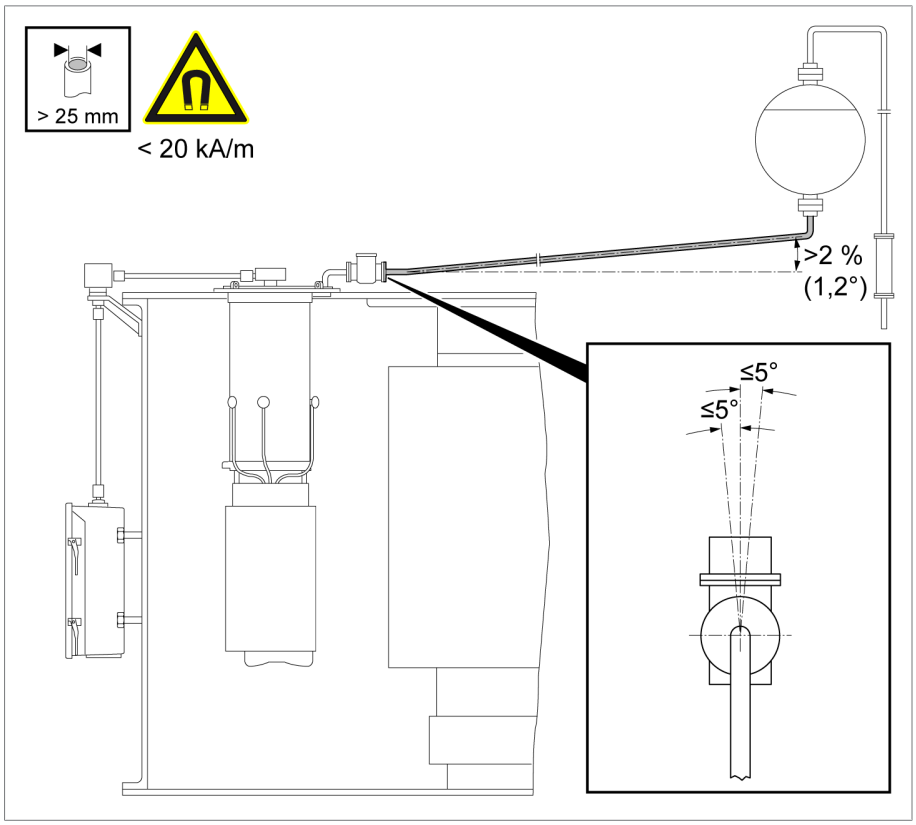


Abbildung 138: Einbau Schutzrelais

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

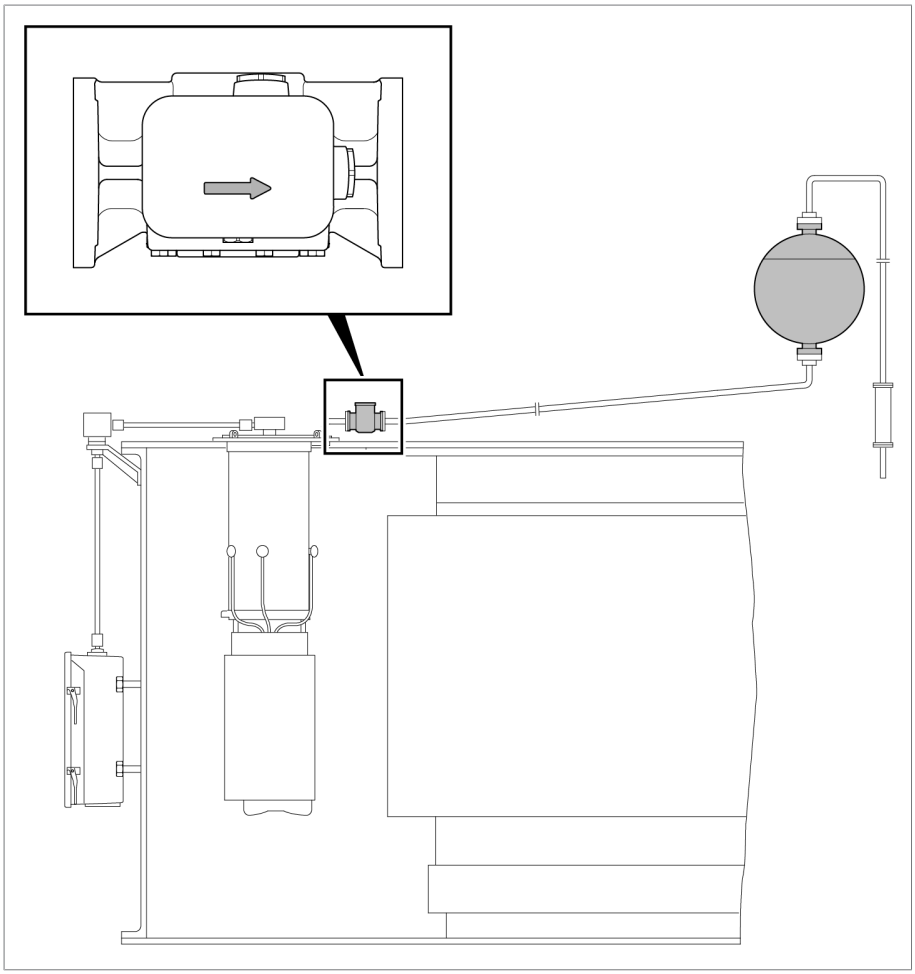


Abbildung 139: Hinweispfeil zeigt zum Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters

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

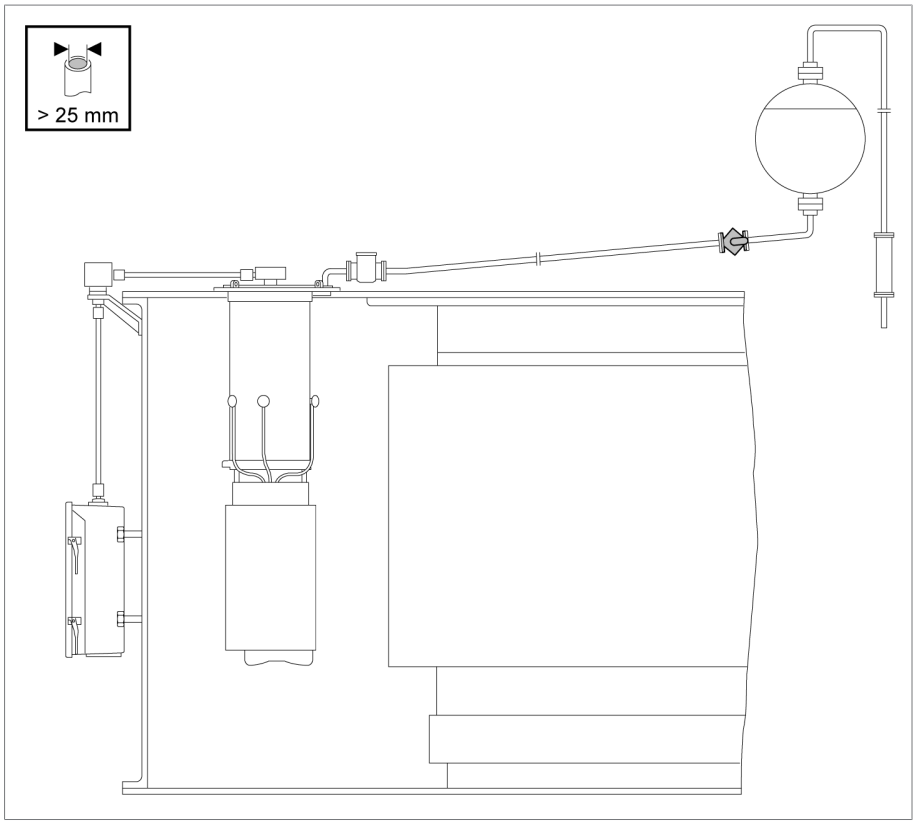


Abbildung 140: Absperrhahn

5.4.2.3 Schutzrelais elektrisch anschließen

Die Schutzgasmagnetschaltröhre des Schutzrelais wird in der Standardausführung entweder als Öffner oder Schließer geliefert. Weitere Kontaktbestückungen sind als Sonderausführungen lieferbar und in der mitgelieferten Maßzeichnung dargestellt.

⚠ 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.

1. Kabelverschraubung (RS 2001, 2001/V, 2001/H, 2001/E, 2001/5, 2001/R) oder Adapter (RS 2003 und RS 2004) in die Gewindebohrung einsetzen, deren Lage am günstigsten erscheint.

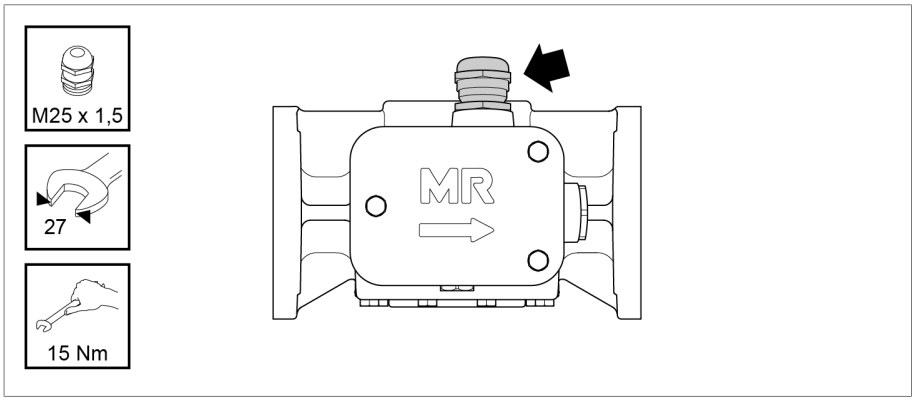


Abbildung 141: Gewindebohrung

2. Freie Gewindebohrung mit Blindstopfen verschließen.

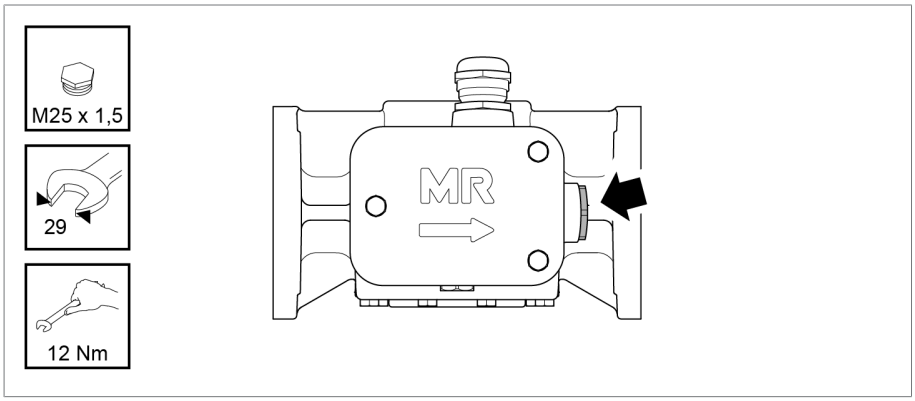


Abbildung 142: Verschluss durch Blindstopfen

3. Schrauben am Klemmenkastendeckel lösen und Klemmenkastendeckel abheben.

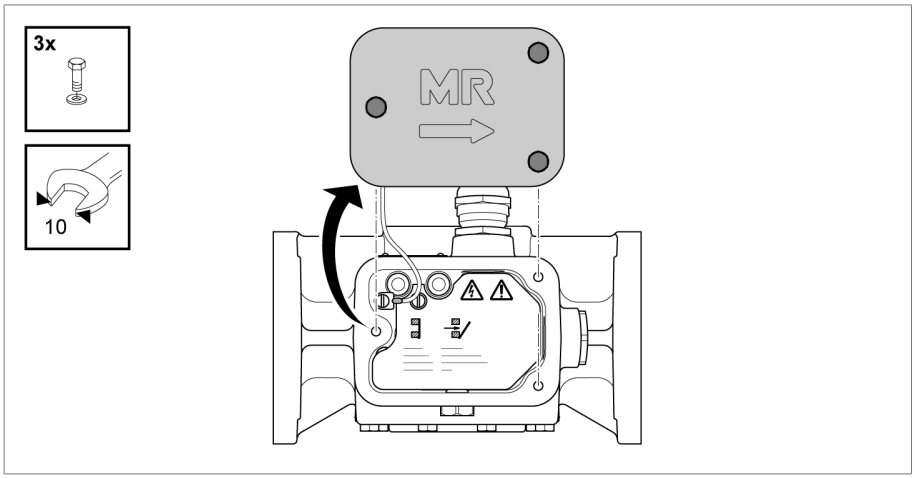


Abbildung 143: Klemmenkastendeckel

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

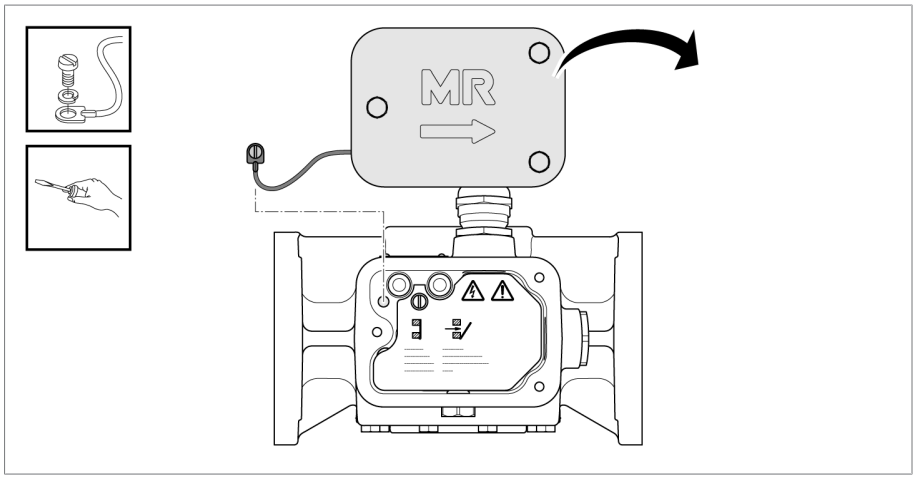


Abbildung 144: Klemmenkastendeckel

5. Schraube für Schutzabdeckung entfernen und Schutzabdeckung abnehmen.

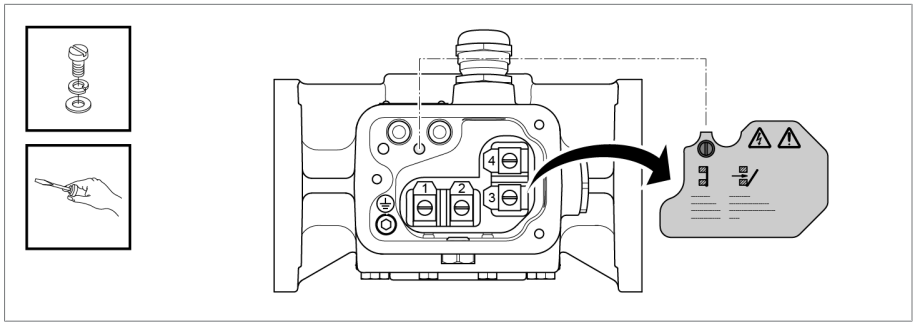


Abbildung 145: Schutzabdeckung

6. Kabel durch Kabelverschraubung in das Schutzrelais einführen. Auf korrekte Verschraubung und Dichtheit der Kabelverschraubung achten.

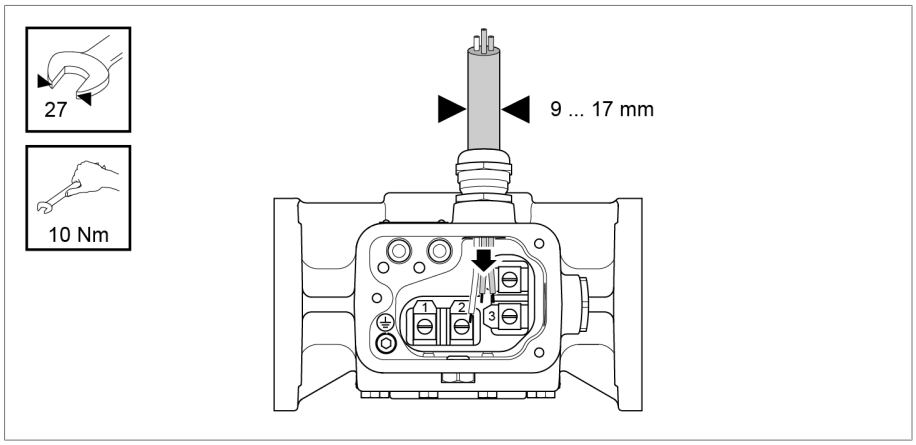


Abbildung 146: Kabeldurchführung

7. Elektrische Leitungen gemäß Anschlussschaltbild auf der Maßzeichnung an Anschlussklemmen anschließen.

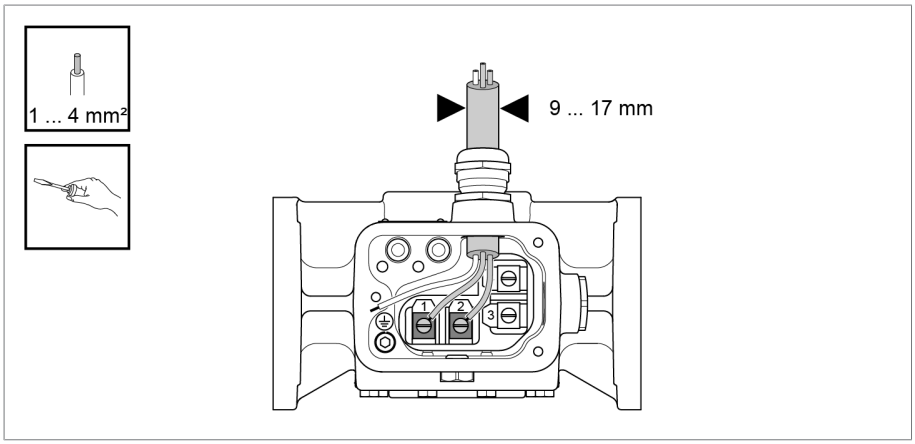


Abbildung 147: Elektrische Leitungen

8. Schutzleiter an Zylinderschraube anschließen.

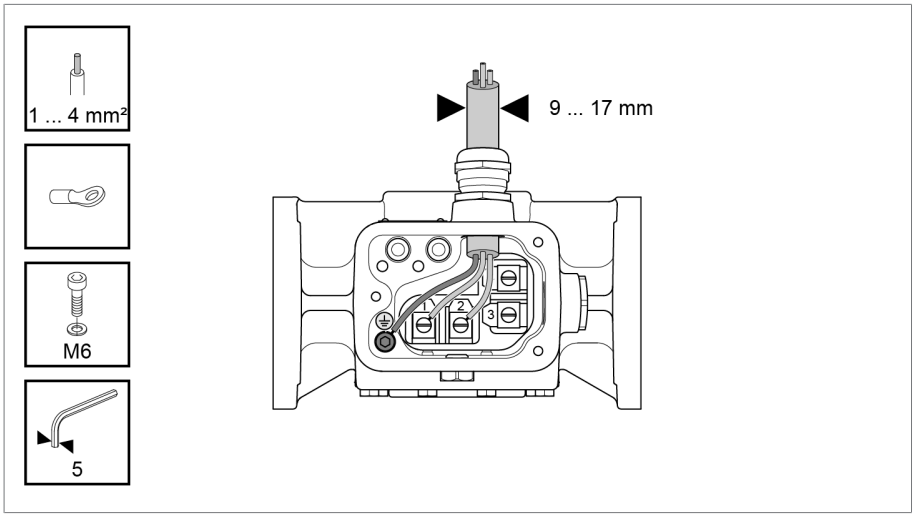


Abbildung 148: Schutzleiter

9. Schutzabdeckung einlegen und mit Schraube befestigen.

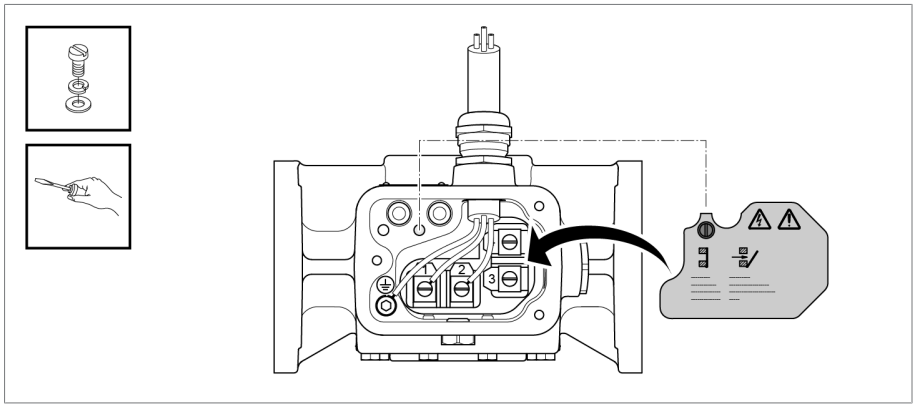


Abbildung 149: Schutzabdeckung

10. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.

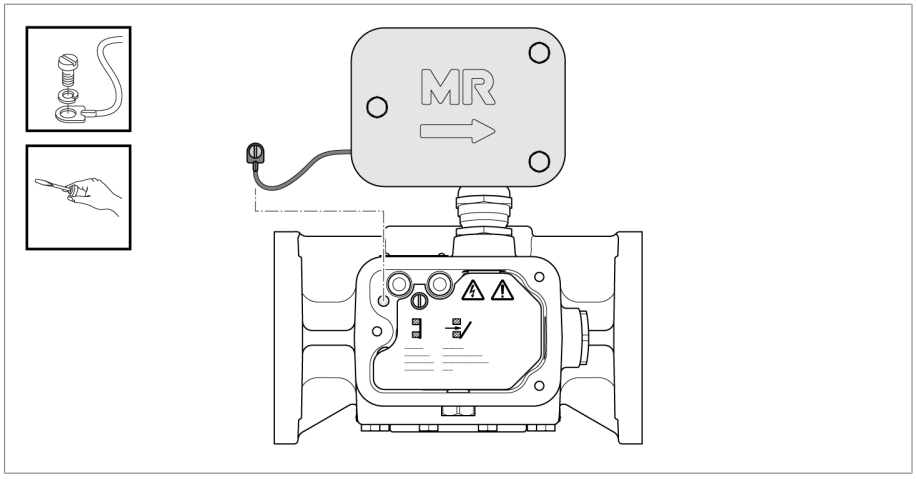


Abbildung 150: Klemmenkastendeckel

11. Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.

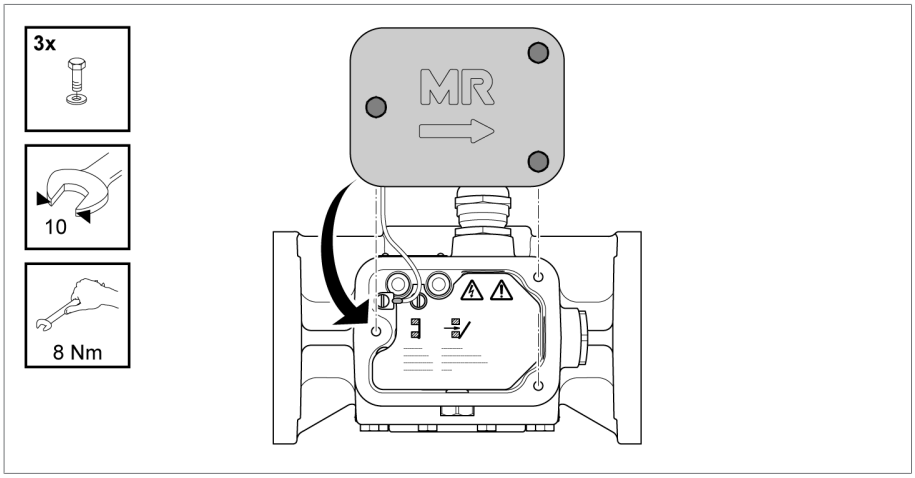


Abbildung 151: Klemmenkastendeckel

5.4.3 Druckwächter einbauen und anschließen

5.4.3.1 Funktion des Druckwächters prüfen

Überprüfen Sie die Funktion des Druckwächters, bevor Sie ihn am Rohrleitungsbogen oder am Laststufenschalterkopf einbauen.

1. Abdeckkappe entfernen.
2. Schnappschalter betätigen.
   ⇨ Taster steht über dem Schnappschalter in Stellung AUS.

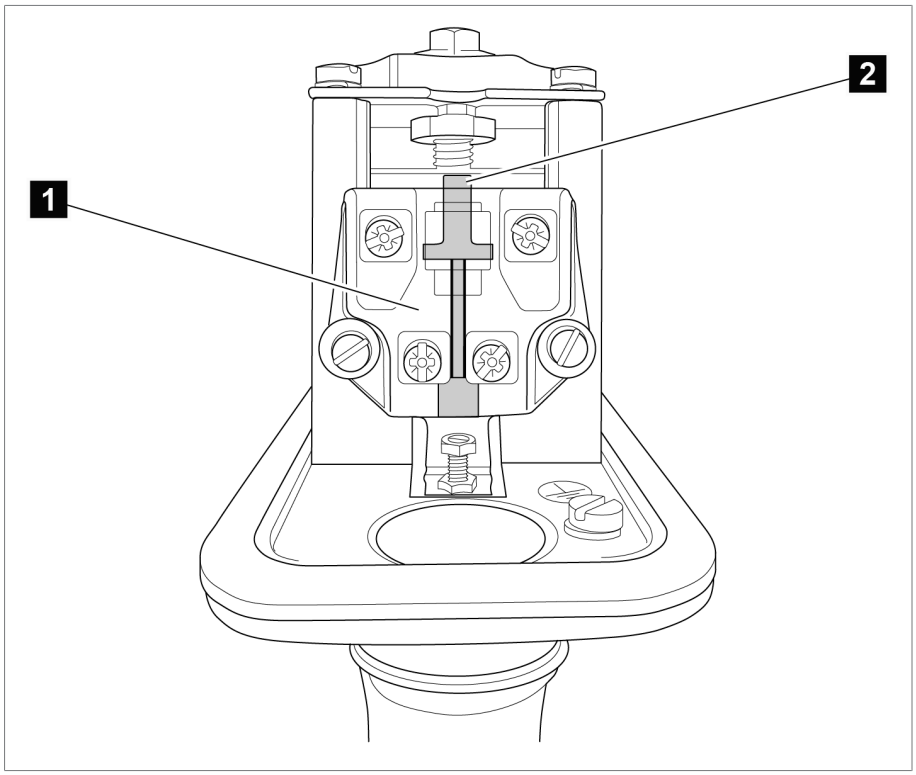


Abbildung 152: Stellung AUS

1	Schnappschalter
2	Taster in Stellung AUS

3. Schnappschalter erneut betätigen.
   ⇨ Taster steht unter dem Schnappschalter in Stellung BETRIEB.

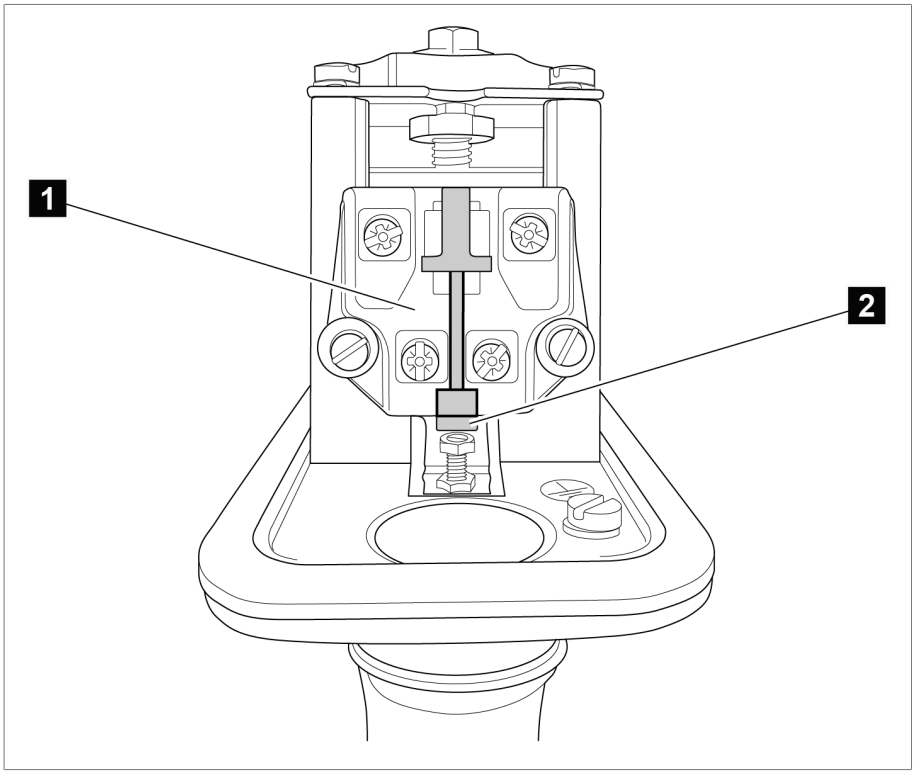


Abbildung 153: Stellung BETRIEB

1	Schnappschalter
2	Taster in Stellung BETRIEB

4. Abdeckkappe befestigen.

Kontrollieren Sie immer die Stellung des Tasters!

5.4.3.2 Druckwächter einbauen

Der Druckwächter kann in 2 Varianten eingebaut werden.

- Befestigung am Laststufenschalterkopf (vertikaler Einbau)
- Befestigung am Rohrleitungsbogen (horizontaler Einbau)

Der Einbau erfolgt über die Bohrungen am Gehäuseflansch. Bei dem Einbau muss eine Montagedichtung unter dem Druckwächter eingebaut werden.

Achten Sie bei der Befestigung darauf, dass die Belüftung nach oben steht.

Stellen Sie sicher, dass über dem Druckwächter ausreichend Platz vorhanden ist, um die Abdeckkappe zu entfernen.

5.4.3.3 Druckwächter elektrisch anschließen

⚠ GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrische Spannung!

Lebensgefahr durch elektrische Spannung während der Montage und dem Anschluss des Geräts.

► Gerät und Anlagenperipherie spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern.

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung!

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

► Druckwächter so in den Auslösestromkreis der Leistungsschalter des zu schützenden Transformators einschleifen, so dass bei Ansprechen des Druckwächters der Transformator durch die Leistungsschalter unverzüglich spannungsfrei geschaltet wird.

► Schaltungen, bei denen nur eine Alarmmeldung erzeugt wird, sind nicht erlaubt.

1. Abdeckkappe entfernen.
2. Kabelverschraubung M25x1,5 einsetzen.
   Dafür die Gewindebohrung zur Leitungsführung verwenden.
3. Leitungen an den Klemmen des Schnappschalters anschließen.
   Der Schnappschalter ist als Öffner und Schließer ausgeführt und ist nach dem Auslösen verklinkend und rückstellbar.
4. Alle elektrischen Leitungen und den Schutzleiter anschließen.
   Für den Leitungsanschluss können 1…2 Leitungen pro Klemme angeschlossenen werden (Ø 0,75…2,5 mm²).
5. Abdeckkappe befestigen.
6. Auf die korrekte Lage der Befestigungsschraube achten, siehe auch mitgelieferte Maßzeichnung.

5.4.4 Motorantrieb anbauen

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

5.4.5 Antriebswelle anbauen

Beachten Sie folgenden Hinweis bei der Montage:

Korrosionsbeständigkeit der Komponenten

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

Zuschnitt der Vierkantrohre, des Teleskopschutzrohres und des Schutzblechs

Die Vierkantrohre, das Teleskopschutzrohr 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 zulässige Gesamtgestängelänge Antrieb – letzte Säule = 15 m.

Einheitslängen	Motorantrieb	Handantrieb
400	•	•
600	•	•
900	•	•
1300	•	•
1700	•	•
2000	•	•
2500	Nicht zulässig	•[1)]

Tabelle 7: Abgestufte Einheitslängen der Vierkantrohre

[1)] I>2000 nur für senkrechten Einbau ohne Wellenschutz möglich! Teleskopschutzrohre für Handantriebe sind bei Vertikalmaßen V1>2462 analog zum Motorantrieb mit Zwischenlager vertikal zu liefern.

5.4.5.1 Senkrechte Antriebswelle ohne Wellengelenke anbauen

Zulässige Axialversetzung

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

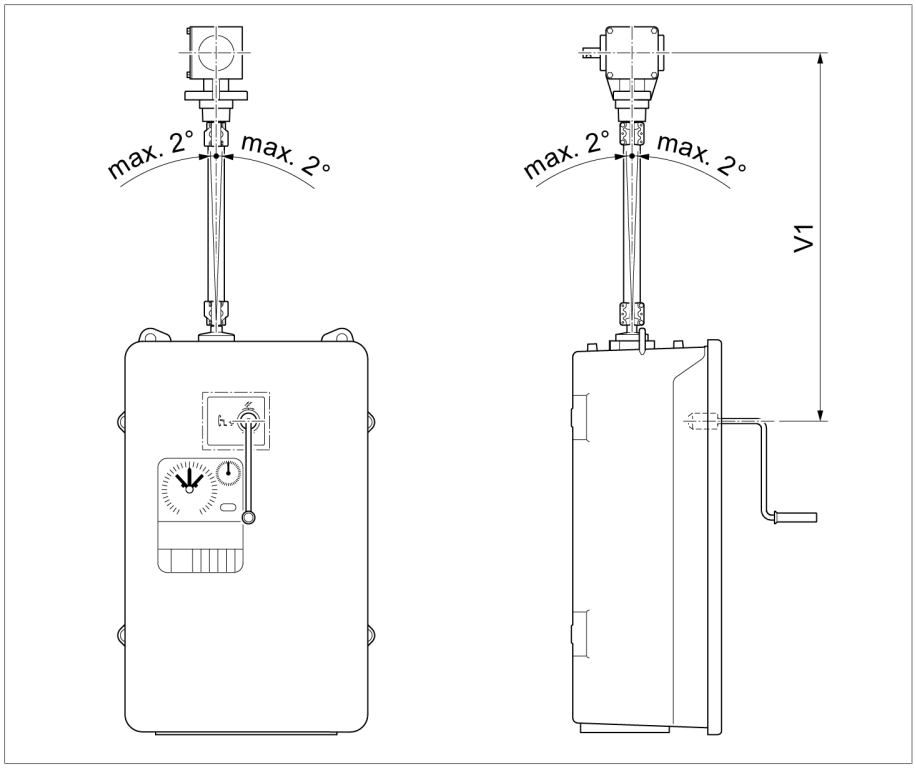


Abbildung 154: Zulässiger maximaler Axialversatz der senkrechten Antriebswelle ohne Wellengelenke

Um die senkrechte Antriebswelle an den Antrieb 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. Winkelgetriebe am Transformator befestigen.

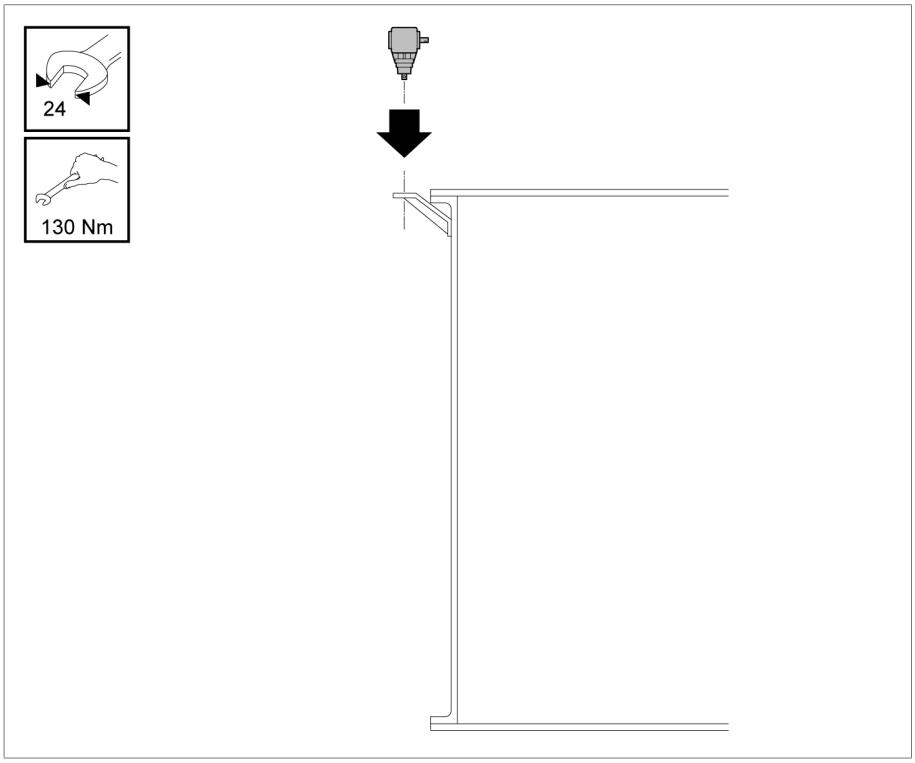


Abbildung 155: Winkelgetriebe

3. Maß A zwischen Wellenende des Antriebs und des Winkelgetriebes ermitteln. Vierkantrohr auf Länge A–9 mm kürzen.

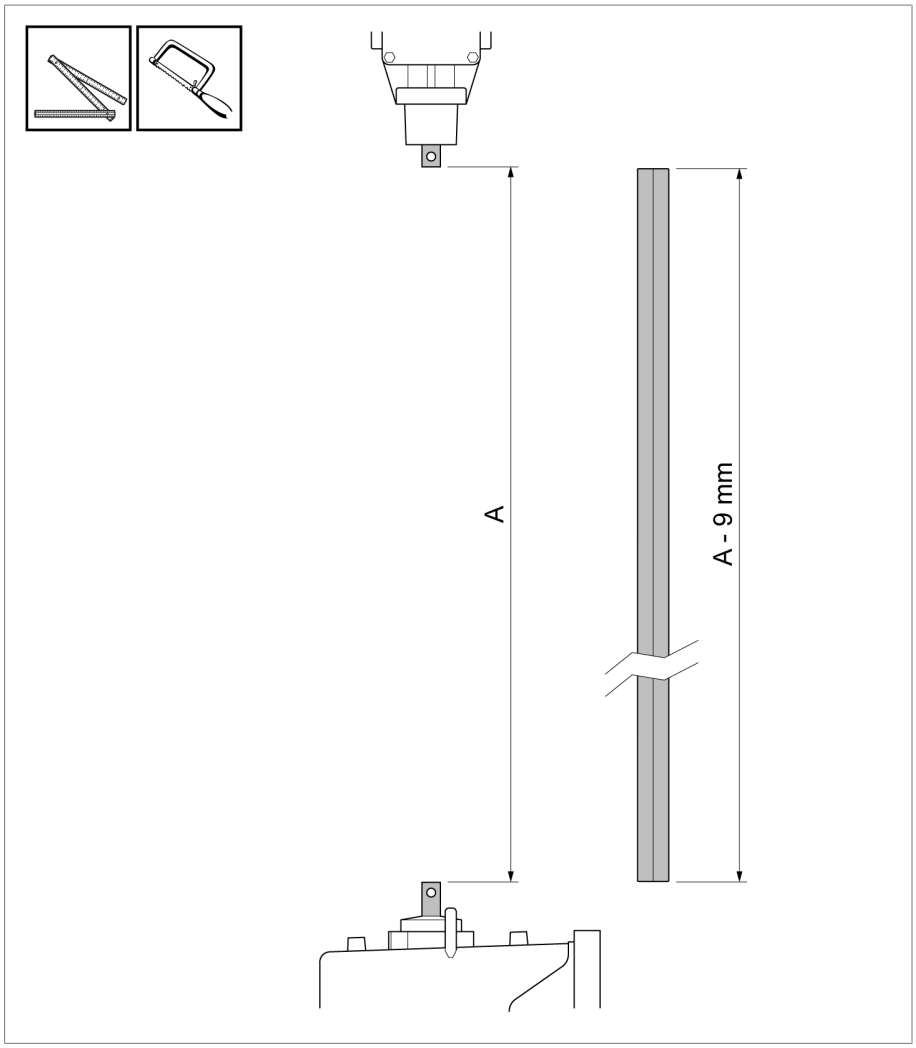


Abbildung 156: Kürzung Vierkantrohr

4. Schnittstellen des Vierkantrohrs entgraten.

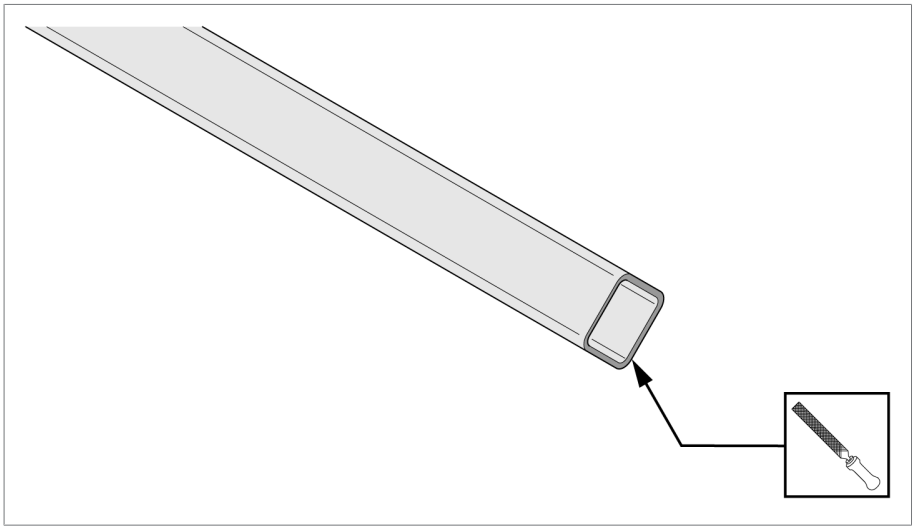


Abbildung 157: Schnittstellen entgraten

5. Lose zusammengeschraubtes Kupplungsstück bis zum Anschlag auf Vierkantrohr schieben.

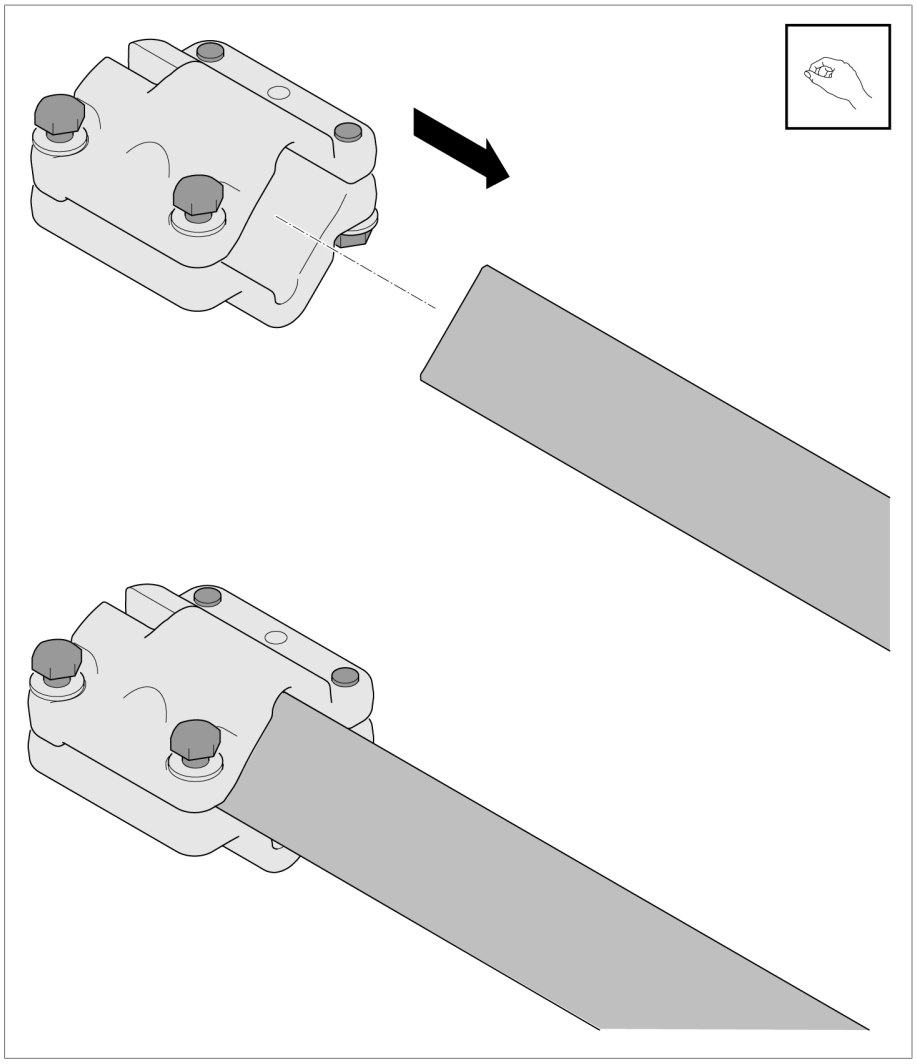


Abbildung 158: Kupplungsstück auf Vierkantrohr schieben

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

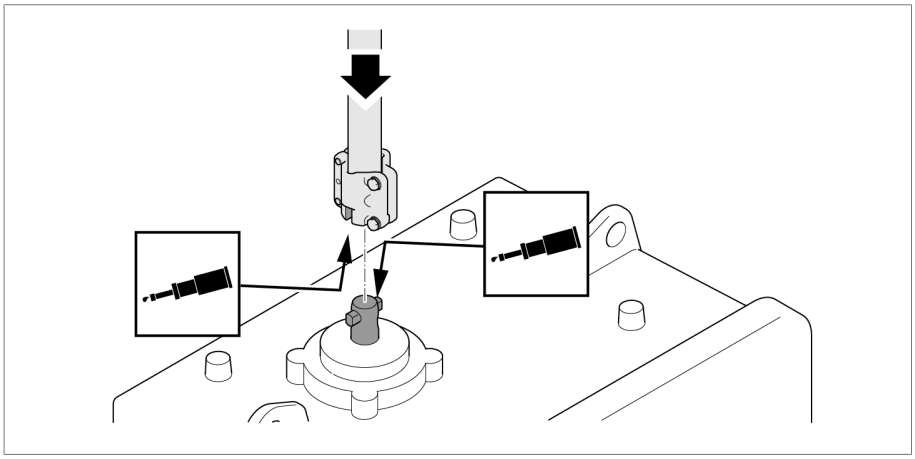


Abbildung 159: Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben

7. Vierkantrohr auf Antrieb befestigen.

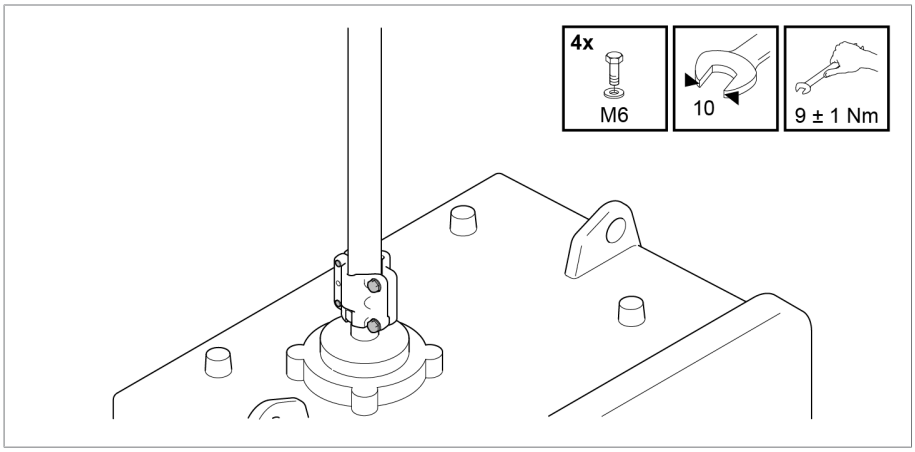


Abbildung 160: Vierkantrohr auf Antrieb befestigen

8. Vierkantrohr ausschwenken.

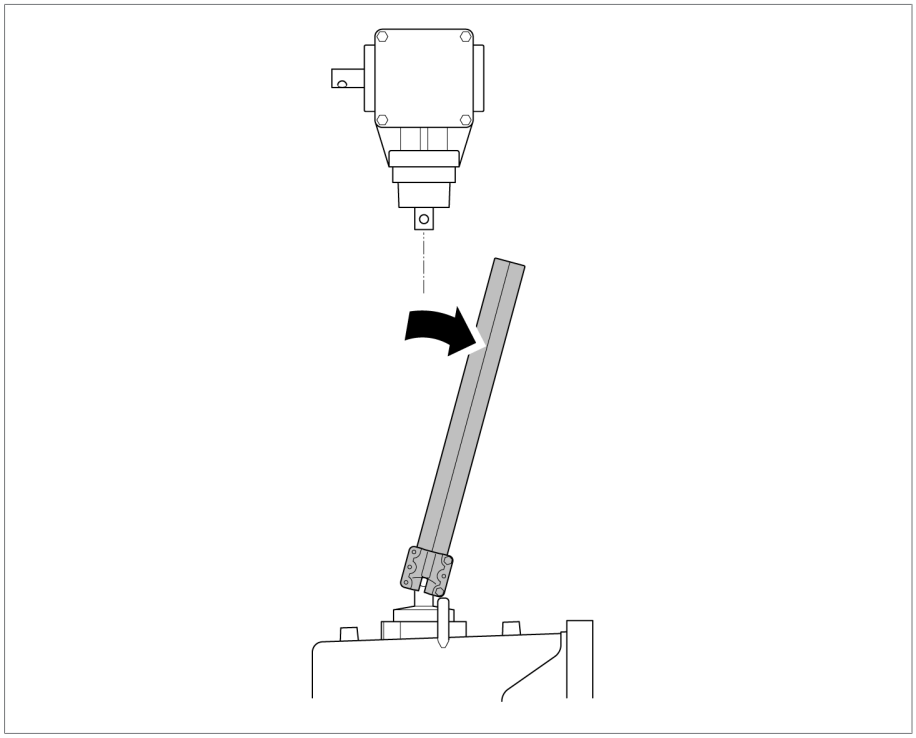


Abbildung 161: Vierkantrohr ausschwenken

9. Für den Einbau des Teleskopschutzrohres Innenrohr bei Bedarf 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.

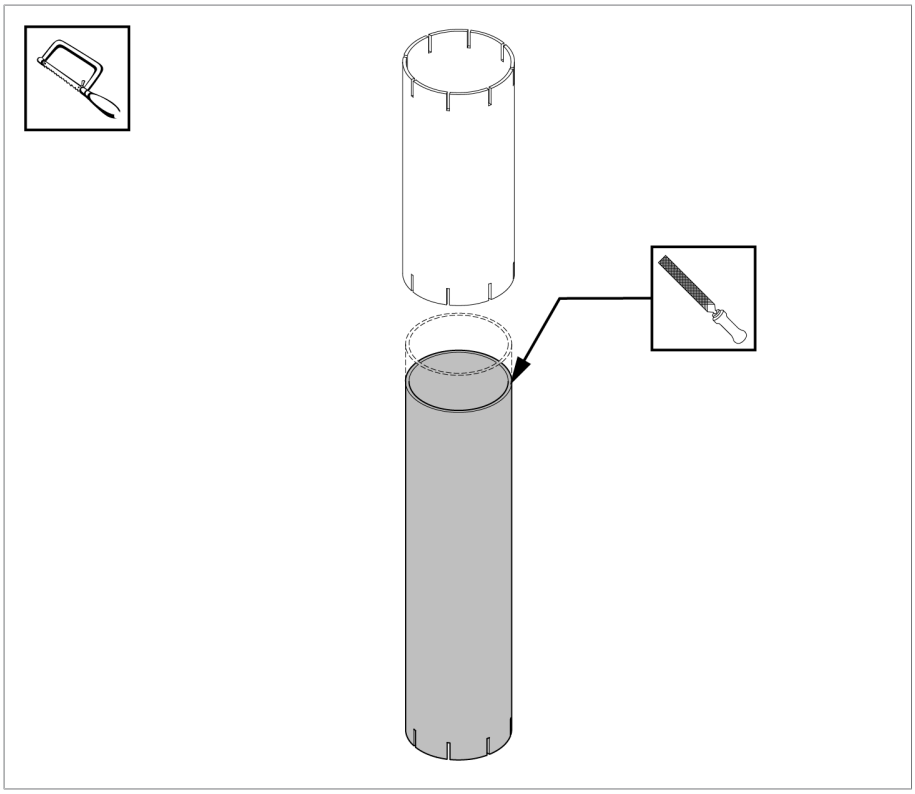


Abbildung 162: Innenrohr entgraten

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

10. 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.

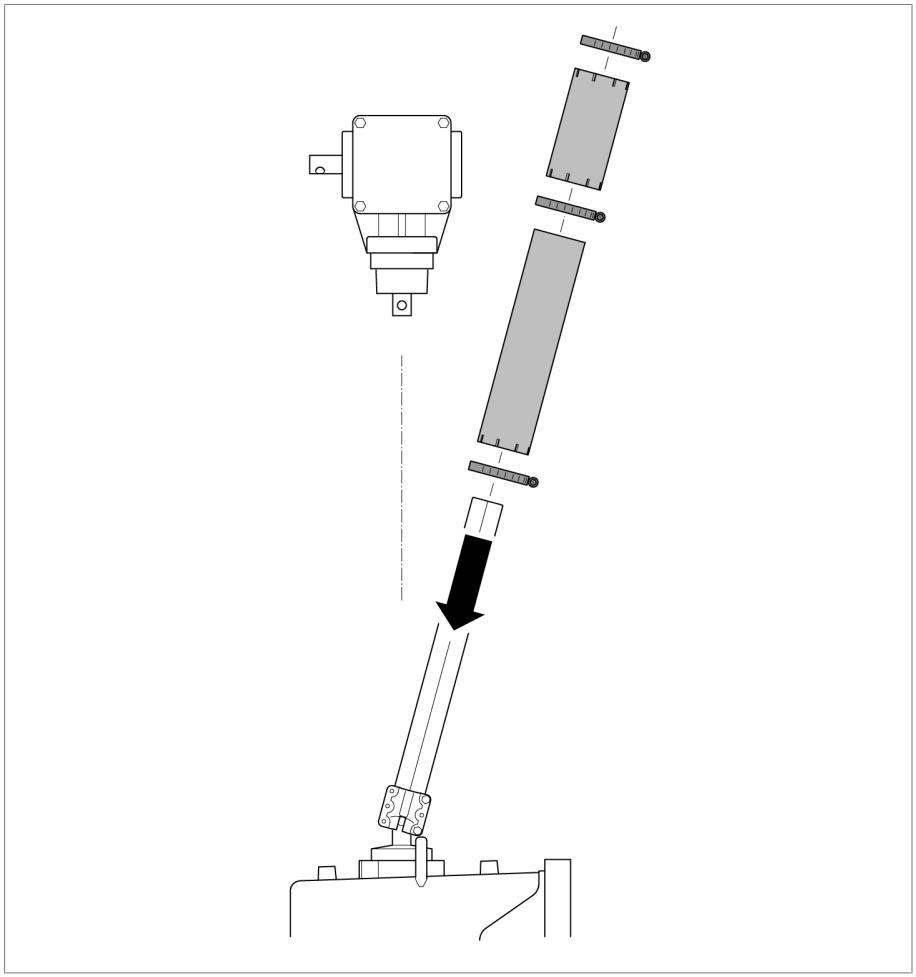


Abbildung 163: Teleskopschutzrohr aufschieben

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

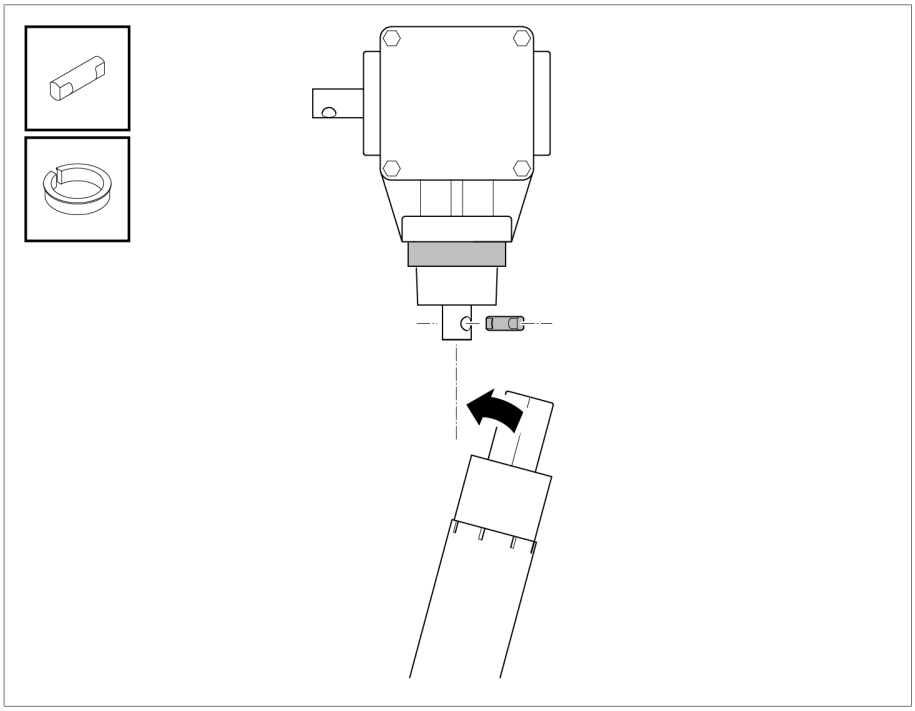


Abbildung 164: Adapterring und Kupplungsbolzen anbringen

12. 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.

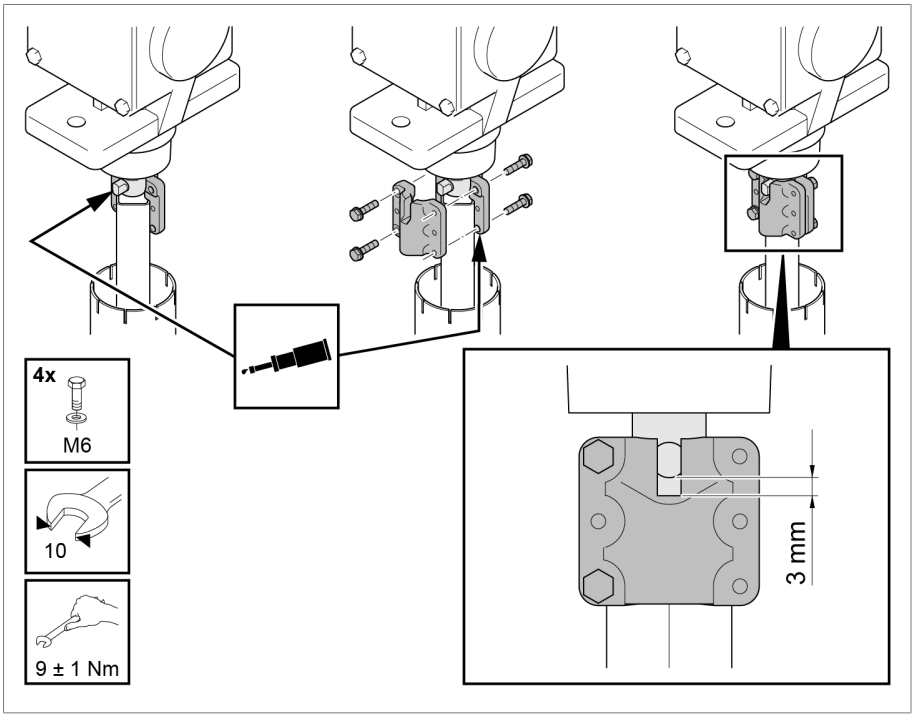


Abbildung 165: Kupplungsschalen montieren

13. Unteres Schutzrohr (Innenrohr) mit einer Schlauchschelle am Lagerhals des Antriebs befestigen **1**. Dann oberes Schutzrohr (Außenrohr) über den Adapterring am Winkelgetriebe schieben **2**. Oberes Schutzrohr am oberen Ende und am Übergang zum unteren Schutzrohr mit je einer Schlauchschelle befestigen **3**.

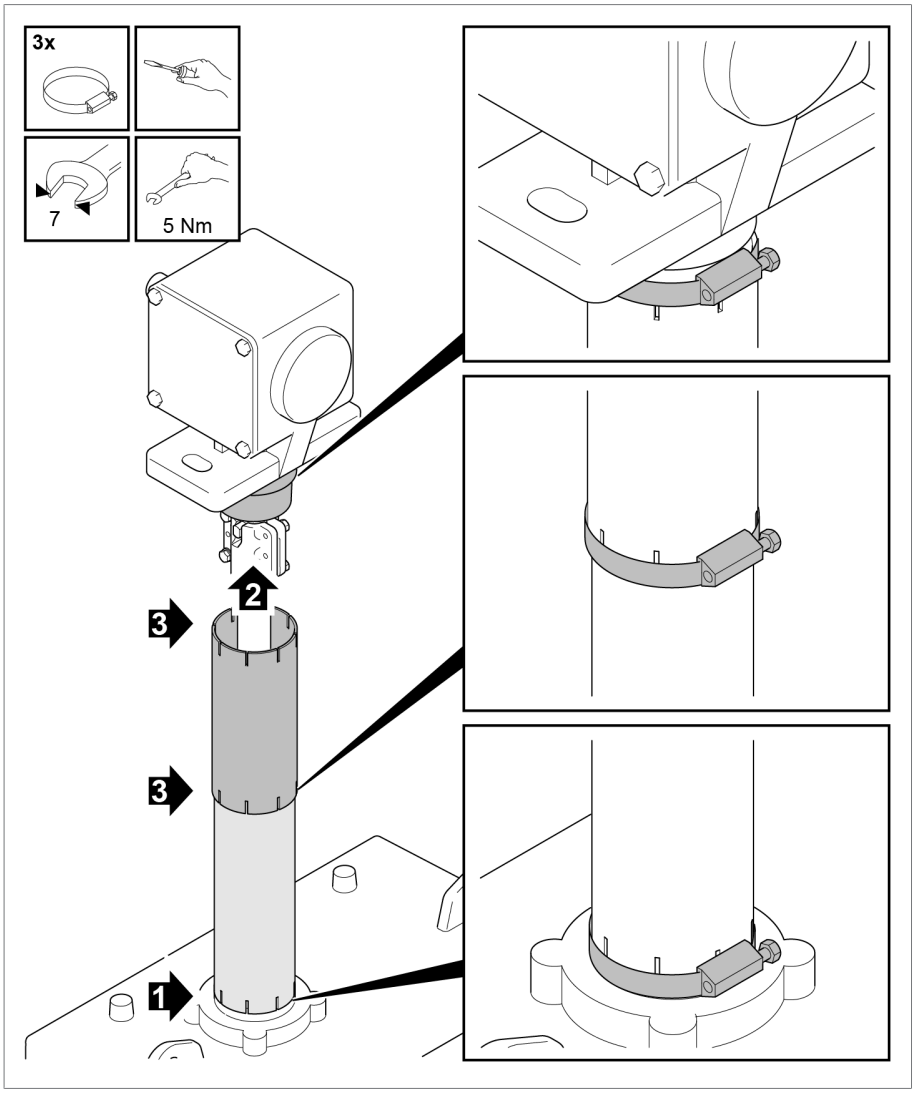


Abbildung 166: Schutzrohr montieren

5.4.5.2 Waagerechte Antriebswelle ohne Wellengelenke anbauen

Zulässige Axialversetzung

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

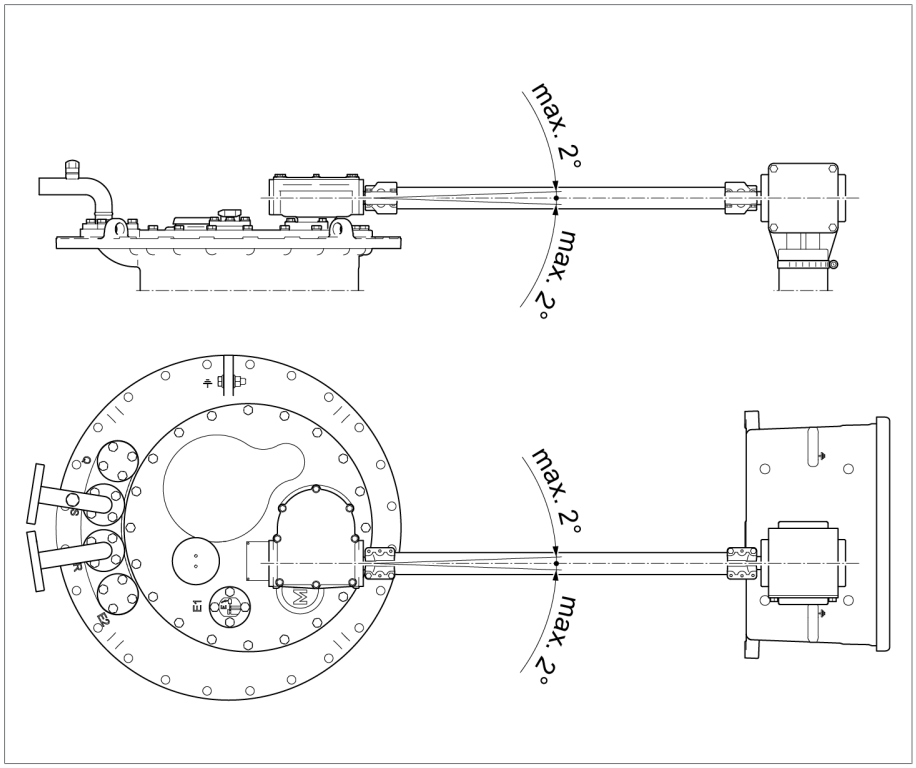


Abbildung 167: Zulässiger maximaler Axialversatz der waagrechten Antriebswelle ohne Wellengelenke

Obere Getriebestufe auf dem Laststufenschalterkopf ausrichten

Für den korrekten Einbau der waagrechten Antriebswelle müssen Sie unter Umständen erst die obere Getriebestufe ausrichten, so dass die obere Getriebestufe mit dem Winkelgetriebe fluchtet. Bei einer mehrsäuligen Laststufenschalterausführung kann es zudem notwendig sein, die oberen Getriebestufen der einzelnen Laststufenschaltersäulen zueinander auszurichten, um die Laststufenschaltersäulen miteinander zu kuppeln.

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.

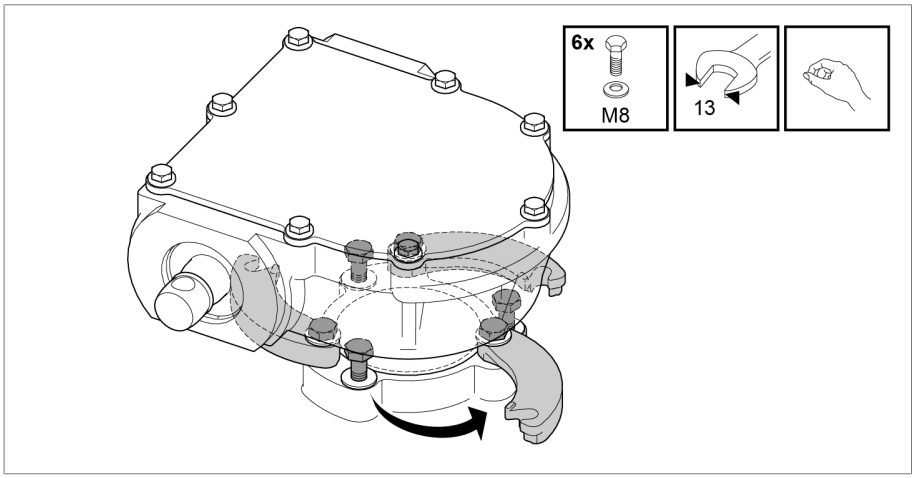


Abbildung 168: Druckringsegmente

3. **ACHTUNG!** Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäßes Ausrichten der oberen Getriebestufe. 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.

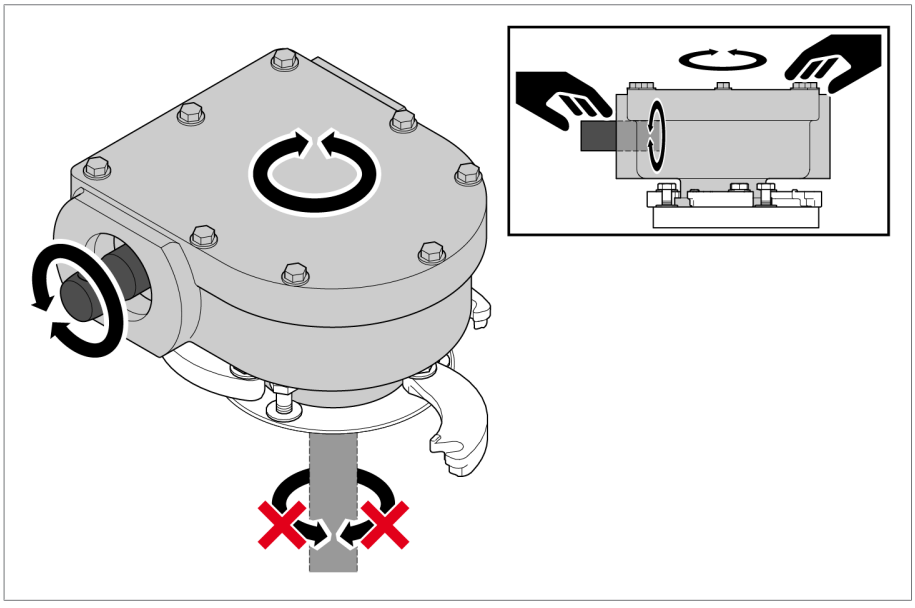


Abbildung 169: Getriebestufe ausrichten

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.

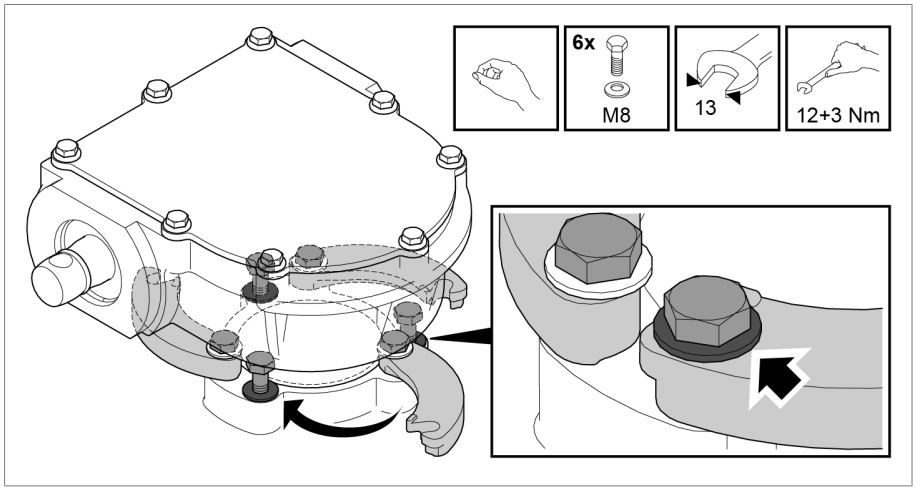


Abbildung 170: Druckringsegmente befestigen

Waagerechte Antriebswelle anbauen

Sie können den Temperatursensor verdrehen, falls dies zum Anbau der Antriebswelle nötig ist.

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

1. Maß A zwischen Wellenende der oberen Getriebestufe und des Winkelgetriebes ermitteln und Vierkantrohr auf Länge A–9 mm kürzen.

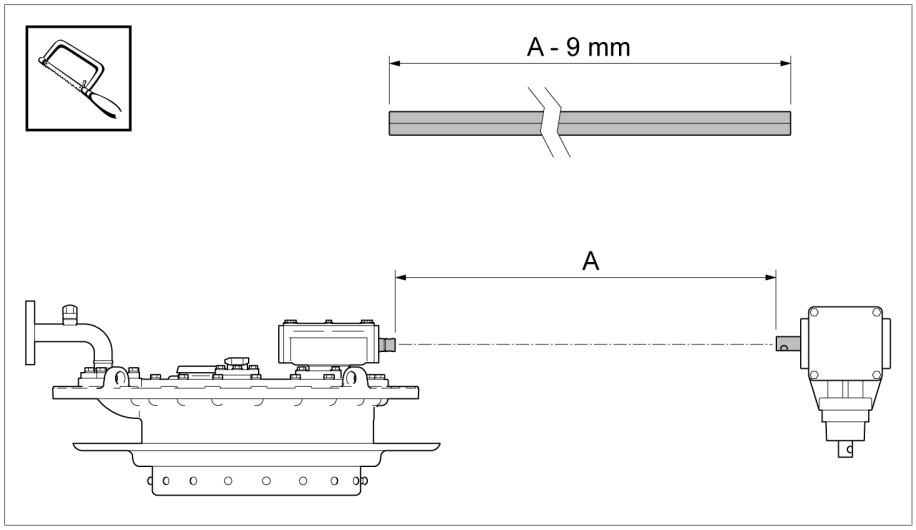


Abbildung 171: Vierkantrohr kürzen

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

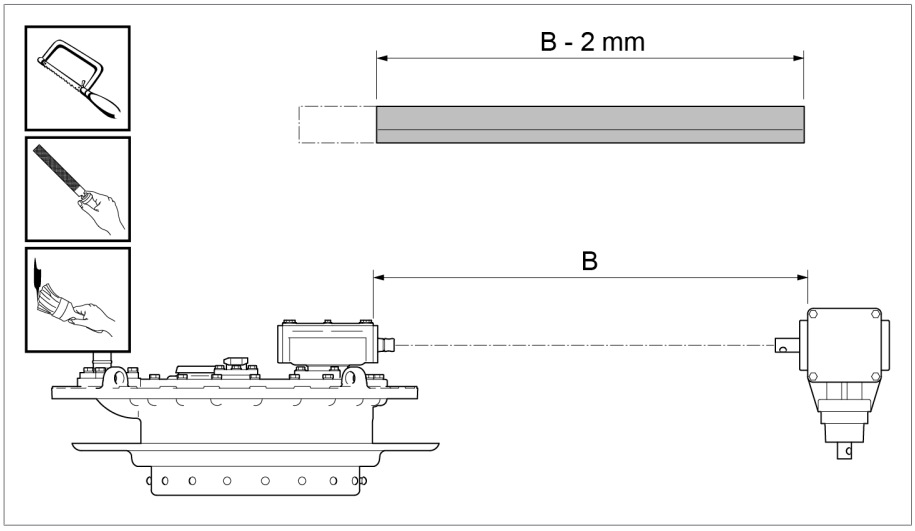


Abbildung 172: Schutzblech kürzen, entgraten und anstreichen

3. Lose zusammengeschraubtes Kupplungsstück bis zum Anschlag auf Vierkantrohr aufschieben.

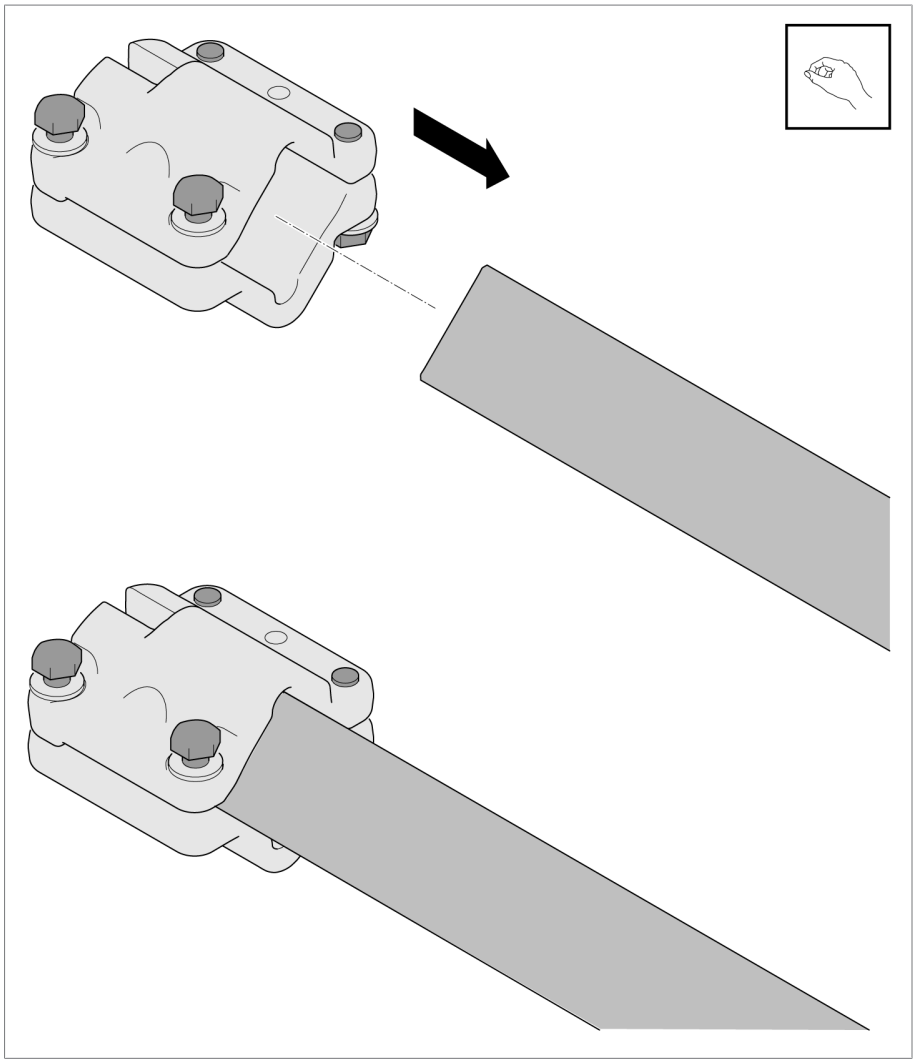


Abbildung 173: Kupplungsstück auf Vierkantrohr aufschieben

4. 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.

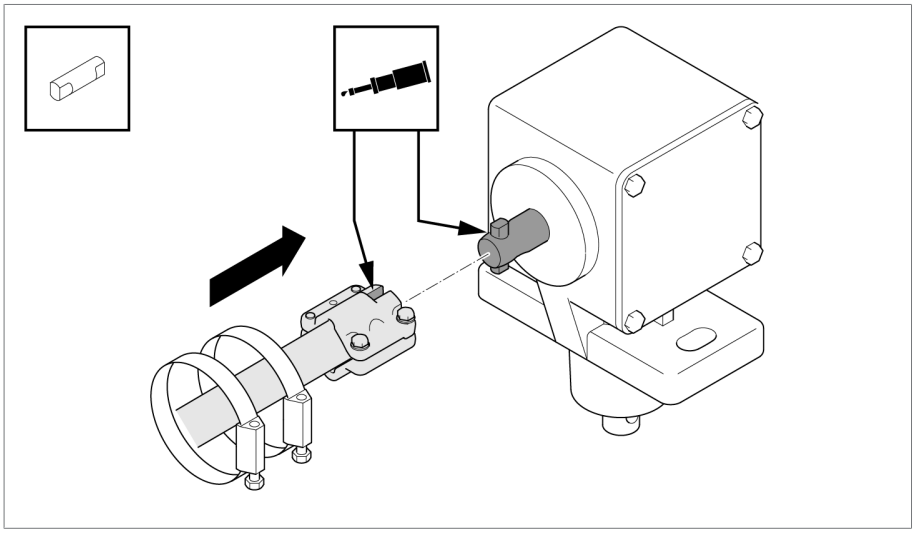


Abbildung 174: Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben

5. Vierkantrohr am Winkelgetriebe befestigen.

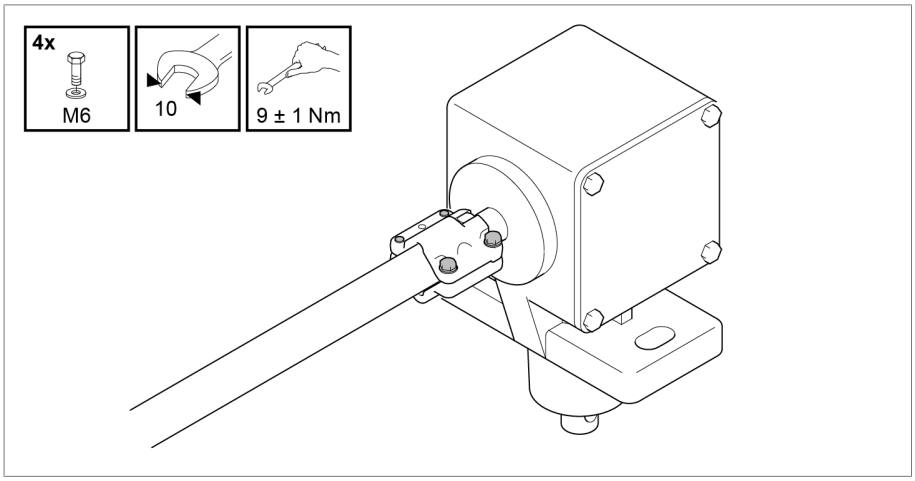


Abbildung 175: Vierkantrohr am Winkelgetriebe befestigen

6. 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.

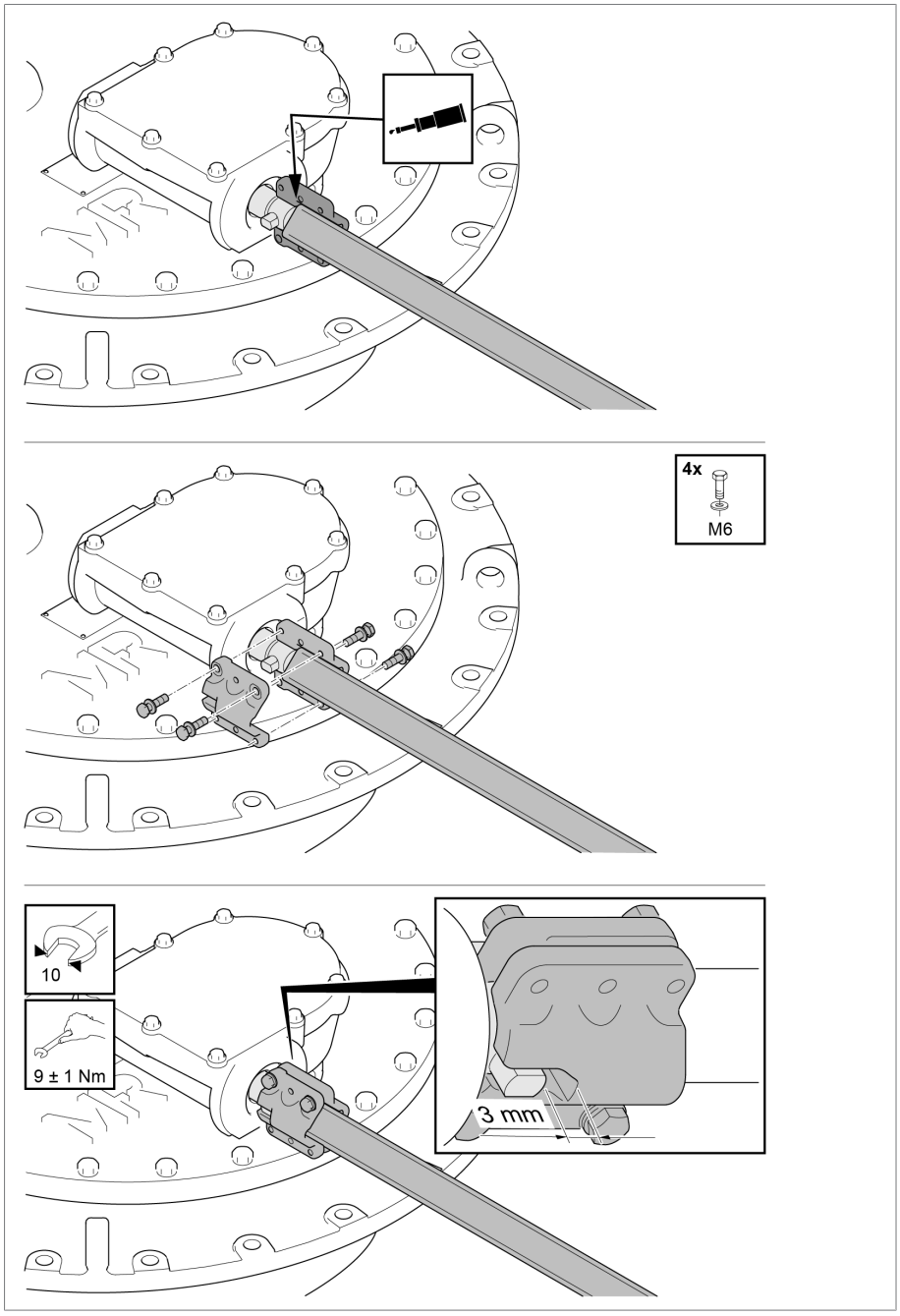


Abbildung 176: Vierkantrohr an der oberen Getriebestufe befestigen

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

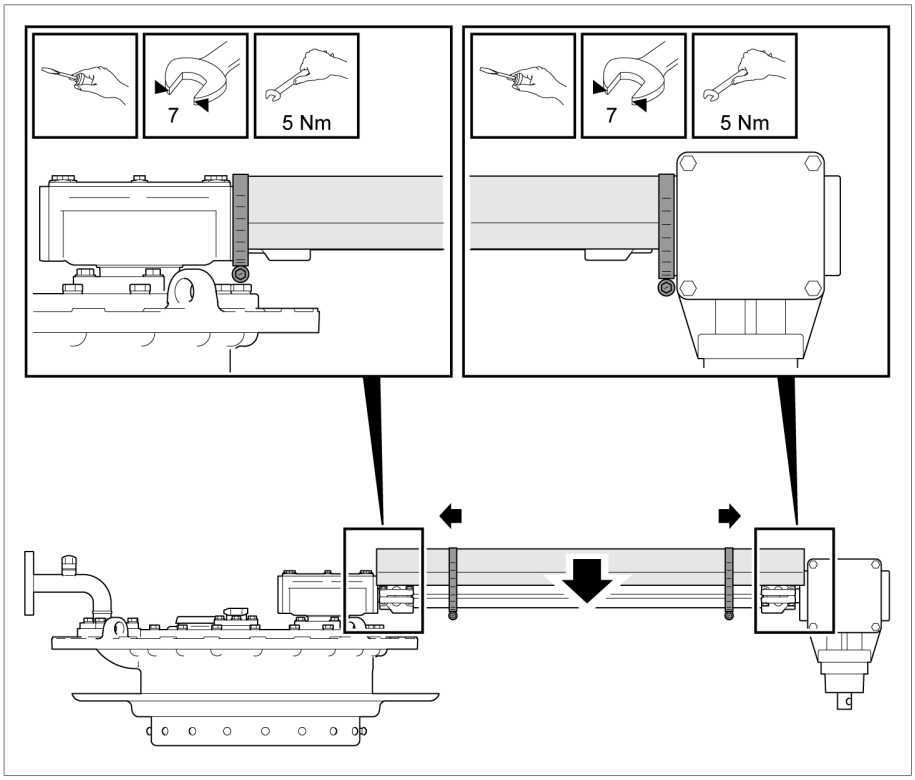


Abbildung 177: Schutzblech anbauen

8. Bei Verwendung eines Lagerbocks oder eines Umlenkgetriebes Kappen auf dem Schutzblech befestigen. Vor dem Anbringen der Kappen an den Seiten des Schutzblechs mit einer Handbohrmaschine mit Spiralbohrer zwei Bohrungen mit je Ø 3,5 mm bohren.

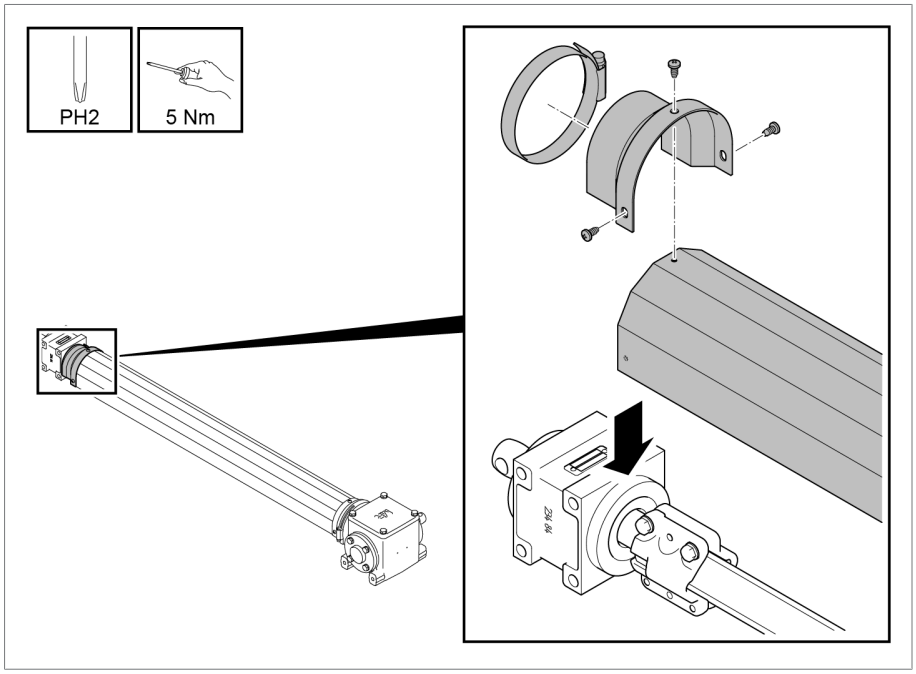


Abbildung 178: Kappen Lagerbock

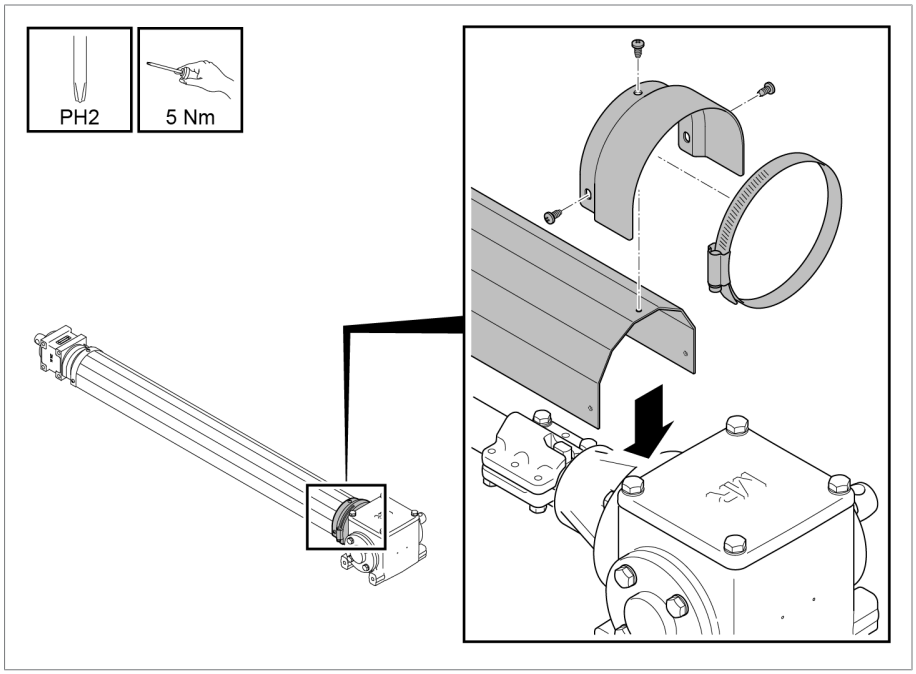


Abbildung 179: Kappen Umlenkgetriebe

5.4.5.2.1 Laststufenschaltersätze und Laststufenschalterkombinationen

Bei zweisäuligen und dreisäuligen Laststufenschalterausführungen können die einzelnen Laststufenschaltersäulen von einem gemeinsamen Motorantrieb oder mehreren Motorantrieben angetrieben werden.

Unabhängig von der Anzahl der Laststufenschaltersäulen und Motorantrieben gilt, dass alle Laststufenschaltersäulen und Motorantriebe immer in der gleichen Betriebsstellung stehen und synchron umschalten müssen (gilt nicht für ABC-Schaltung).

Damit die Laststufenschaltersäulen, die von einem gemeinsamen Motorantrieb angetrieben werden, synchron umschalten, müssen Sie diese Laststufenschaltersäulen mit waagrechten Antriebswellen über dem Transformatordeckel miteinander kuppeln. Der Versatz beim Umschalten darf zwischen diesen Laststufenschaltersäulen max. 1 Schaltschritteinheit betragen.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Laststufenschaltersäulen zu kuppeln:

Obere Getriebestufe auf dem Laststufenschalterkopf ausrichten

Für den korrekten Einbau der waagrechten Antriebswelle müssen Sie unter Umständen erst die obere Getriebestufe ausrichten, so dass die obere Getriebestufe mit dem Winkelgetriebe fluchtet. Bei einer mehrsäuligen Laststufenschalterausführung kann es zudem notwendig sein, die oberen Getriebestufen der einzelnen Laststufenschaltersäulen zueinander auszurichten, um die Laststufenschaltersäulen miteinander zu kuppeln.

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.

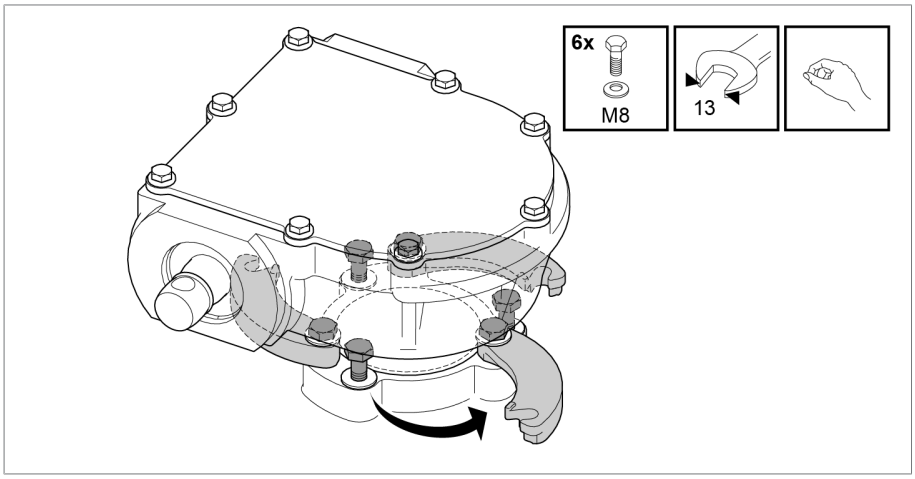


Abbildung 180: Druckringsegmente

3. ***ACHTUNG!*** Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäßes Ausrichten der oberen Getriebestufe. 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.

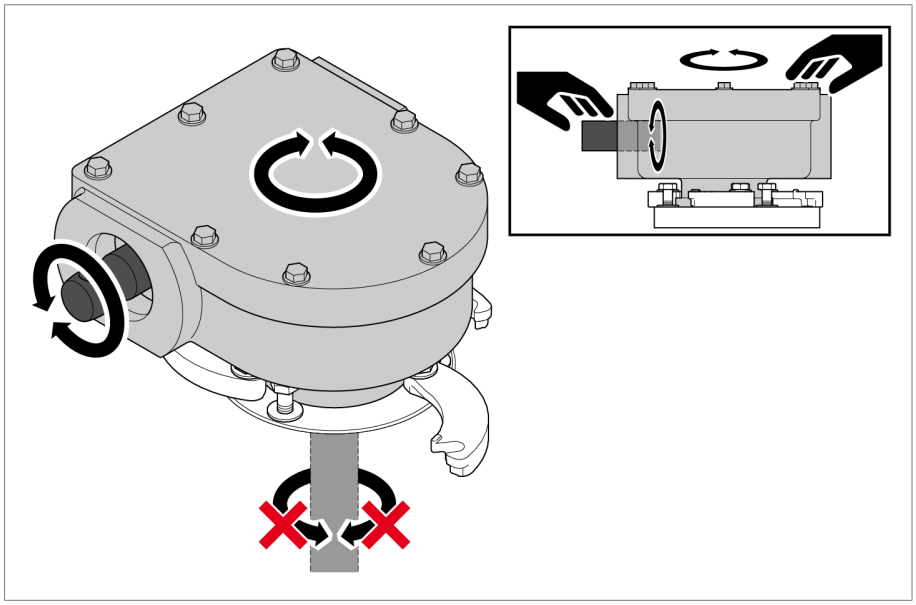


Abbildung 181: Getriebestufe ausrichten

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.

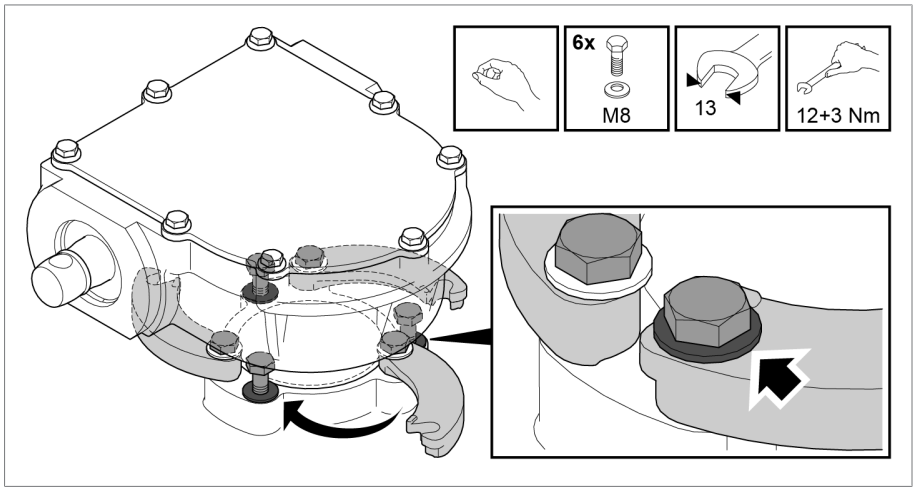


Abbildung 182: Druckringsegmente befestigen

Laststufenschaltersäulen miteinander kuppeln

1. Sicherstellen, dass alle Pfeile am Antriebswellenflansch unter der eingeschlagenen Fabrikationsnummer in die gleiche Richtung zeigen. Die Pfeilrichtung gibt die Drehrichtung beim Drehen der Handkurbel des Motorantriebes im Uhrzeigersinn an.
2. Laststufenschaltersäulen nacheinander in die nächste Betriebsstellung schalten. Hierfür das Wellenende einer jeden Getriebestufe nacheinander gegen den Uhrzeigersinn drehen, bis die Laststufenschaltersäule umschaltet.

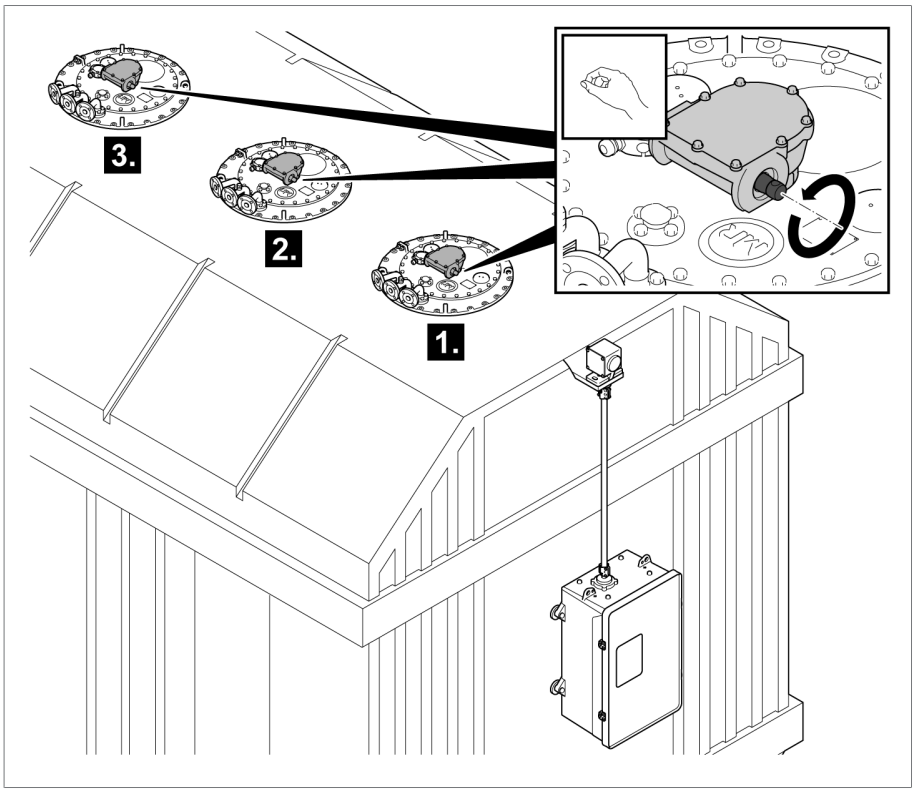


Abbildung 183: Laststufenschaltersäulen manuell umschalten

3. Stellungsgleichheit aller Laststufenschaltersäulen prüfen.

4. Laststufenschaltersäulen über waagrechte Antriebswellen miteinander kuppeln. Hierbei mit der Laststufenschaltersäule beginnen, die dem Motorantrieb am nächsten liegt.

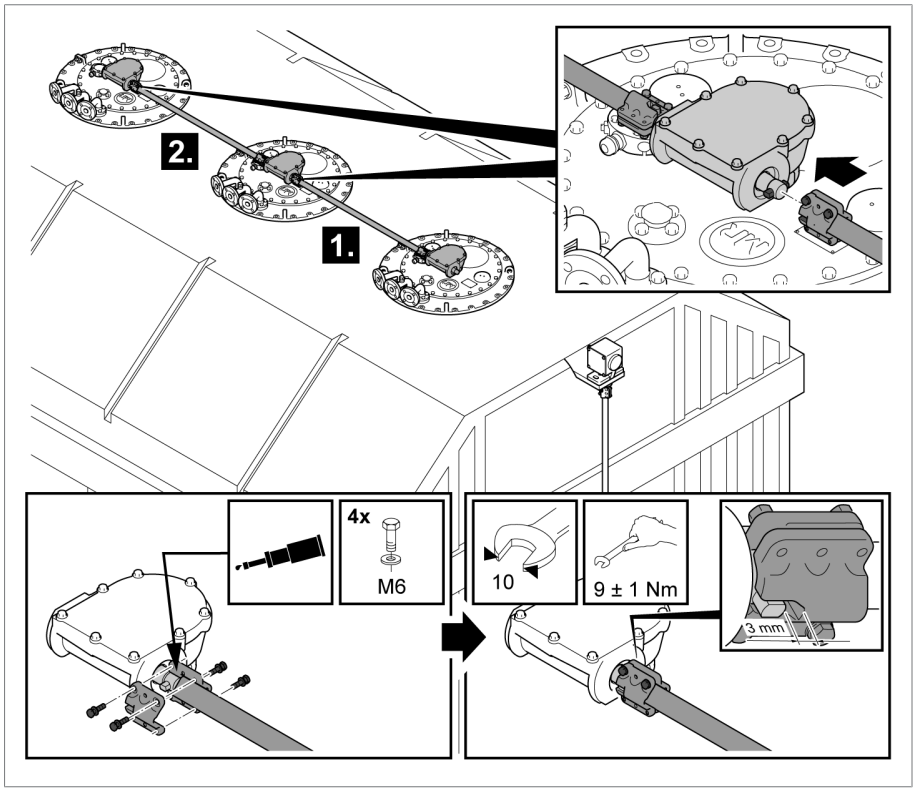


Abbildung 184: Laststufenschaltersäulen kuppeln

5. ***ACHTUNG!*** Schäden an den Laststufenschaltersäulen durch unvollständig beendeten Schaltvorgang. Nach der Montage aller Antriebswellen 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der Getriebestufe gegen den Uhrzeigersinn weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.

6. Laststufenschaltersäulen durch Drehen der Antriebswelle der Getriebestufe im Uhrzeigersinn in die Justierstellung schalten. Nach Erreichen der Justierstellung und Umschalten der Laststufenschaltersäulen weitere 2,5 Umdrehungen an der Antriebswelle der Getriebestufe im Uhrzeigersinn weiter kurbeln, um den Schaltvorgang korrekt zu beenden.

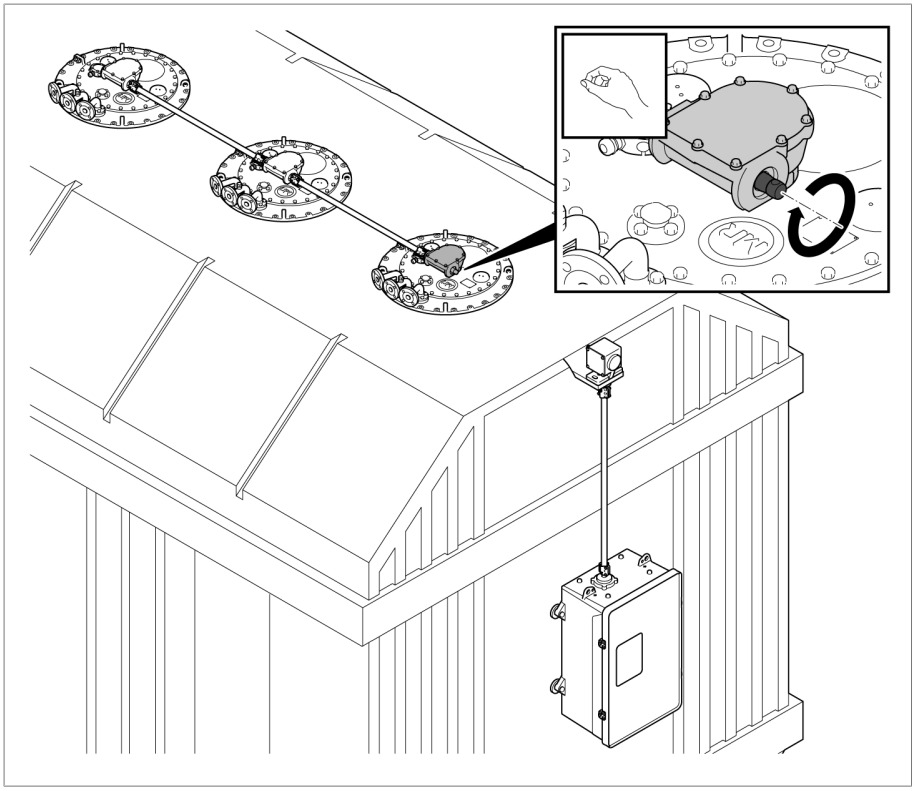


Abbildung 185: Laststufenschaltersäulen in Justierstellung schalten

7. Sicherstellen, dass alle Laststufenschaltersäulen synchron umschalten. Hierbei ist ein geringer Versatz von max. 0,25 Umdrehungen an der Antriebswelle der Getriebestufe zulässig.
8. Stellungsgleichheit aller Laststufenschaltersäulen prüfen.

9. Antriebswelle zwischen Winkelgetriebe und Getriebestufe einbauen.

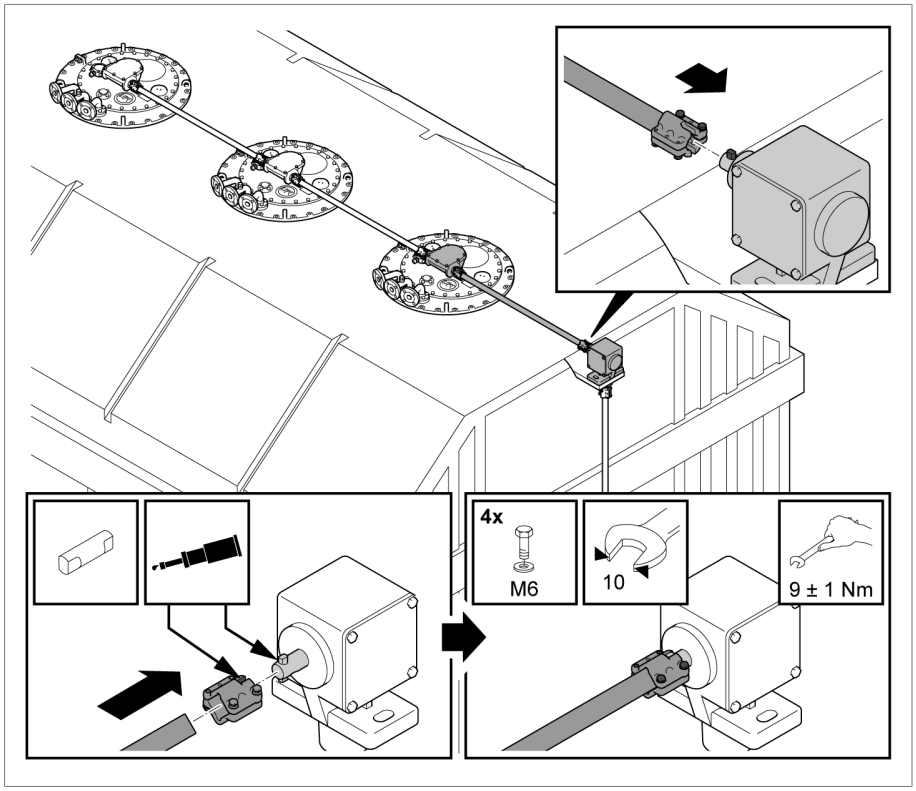


Abbildung 186: Antriebswelle zwischen Winkelgetriebe und Getriebestufe

5.4.5.3 Antriebswelle mit Wellengelenken anbauen

Der Einbau der Antriebswelle mit Wellengelenken wird vorwiegend als senkrechte Antriebswelle zwischen Motorantrieb und Winkelgetriebe ausgeführt.

Eine waagerechte Ausführung ist technisch ebenfalls möglich. Beachten Sie jedoch, dass Sie bei waagerechter Ausführung das mitgelieferte Schutzblech entsprechend anpassen und ein Wellengelenk mit Nabeninnendurchmesser von 25 mm verwenden müssen, wenn Sie das Wellengelenk an der oberen Getriebestufe verwenden möchten.

Zulässige Axialversetzungen

Bei der senkrechten und waagerechten Antriebswelle mit Wellengelenken ist ein Axialversatz von 20° zulässig.

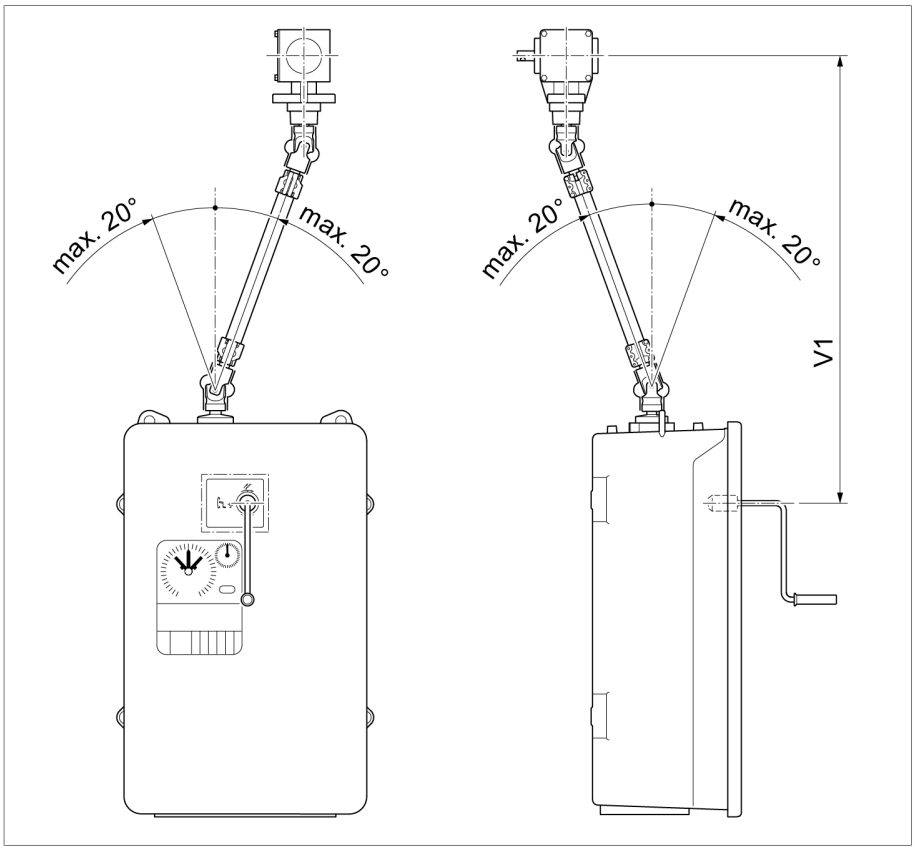


Abbildung 187: Zulässiger maximaler Axialversatz der senkrechten Antriebswelle mit Wellengelenken

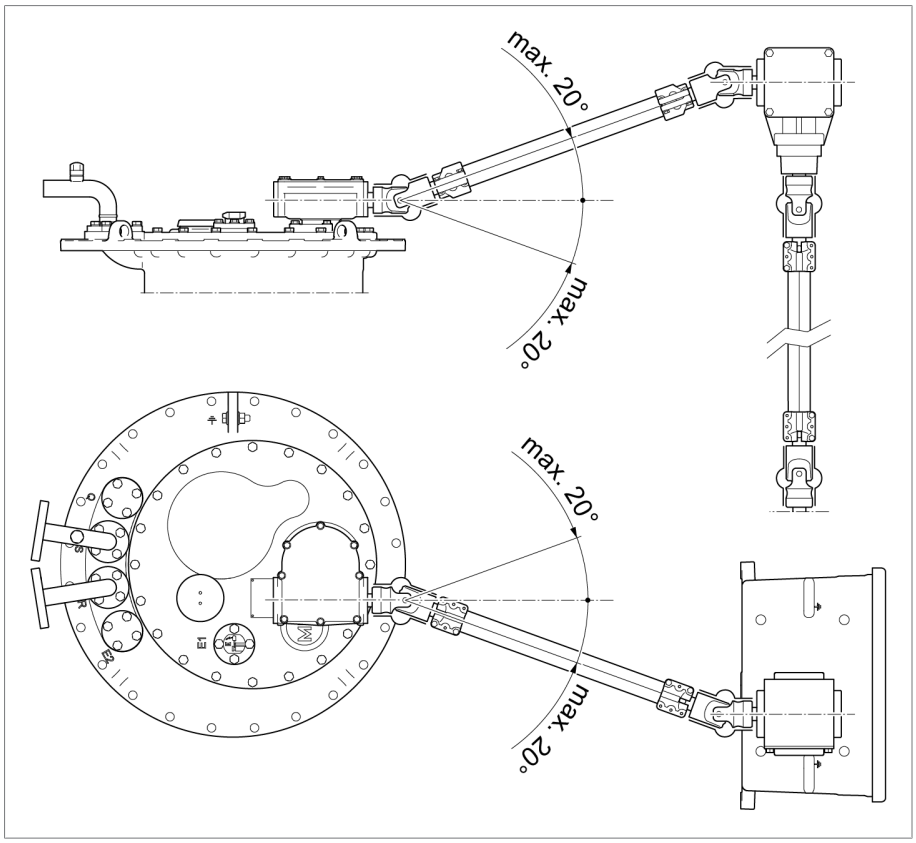


Abbildung 188: Zulässiger maximaler Axialversatz der waagerechten Antriebswelle mit Wellengelenken

ACHTUNG

Sachschäden!

Unsachgemäße Montage der Wellengelenke kann zu Beschädigungen oder Fehlfunktionen führen.

- ► Sicherstellen, dass das abknickende Wellengelenk während der Montage den Faltenbalg nicht beschädigt.
- ► Sicherstellen, dass der Ablenkungswinkel α nicht größer als 20° ist.
- ► Sicherstellen, dass der Ablenkungswinkel α an beiden Wellengelenken gleich groß ist.

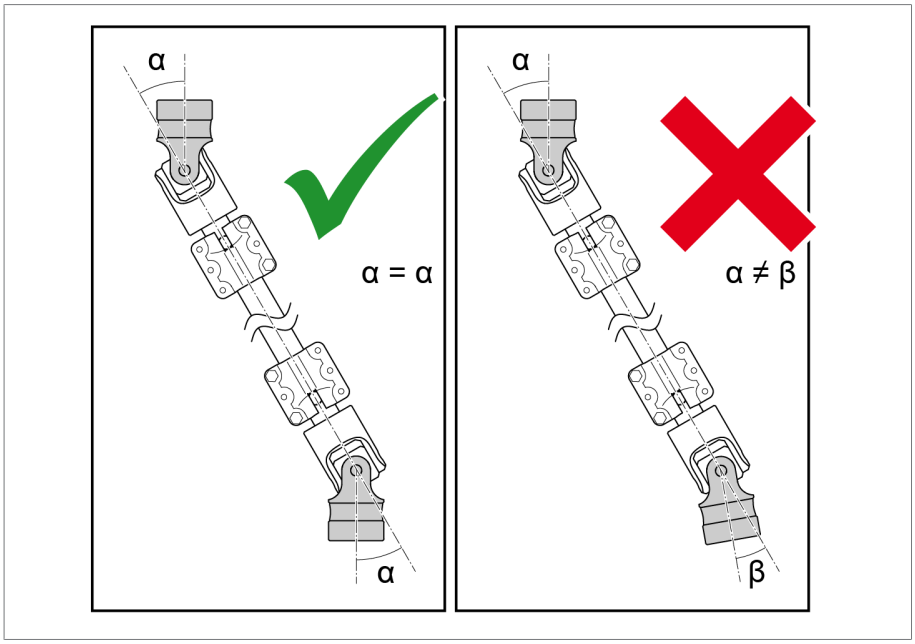


Abbildung 189: Ablenkungswinkel α

Gehen Sie beim Anbau der Antriebswelle mit Wellengelenken wie folgt vor:

1. Kupplungsbolzen, Kupplungsschalen und Wellenenden fetten, z.B. ISOFLEX TOPAS L32.

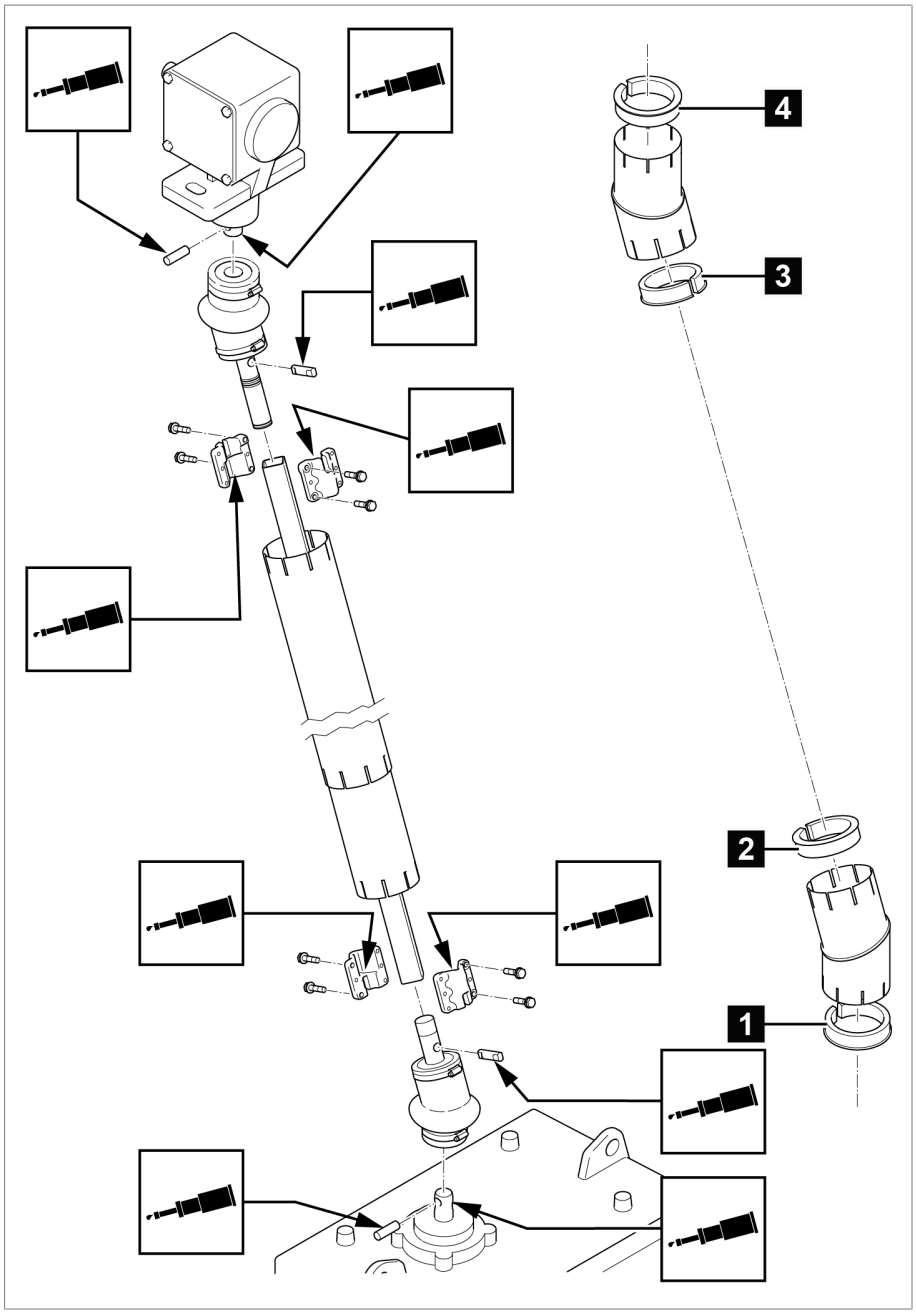


Abbildung 190: Kupplungsbolzen, Kupplungsschalen und Wellenenden fetten

Position	Benennung	Stückzahl
1 unten am ED	Adapterring Ø 82×102	1
2	Adapterring Ø 87×102,5	1

3	Adapterring Ø 94,5×102,5	1
4 oben am CD6400	Adapterring Ø 71×102,5	1

2. Adapterringe in den Hals der drehbaren Schutzrohre einlegen **1**. Die beiden Teile des drehbaren Schutzrohres ineinander stecken **2** und zueinander drehen **3**, um den entsprechenden Winkel einzustellen.

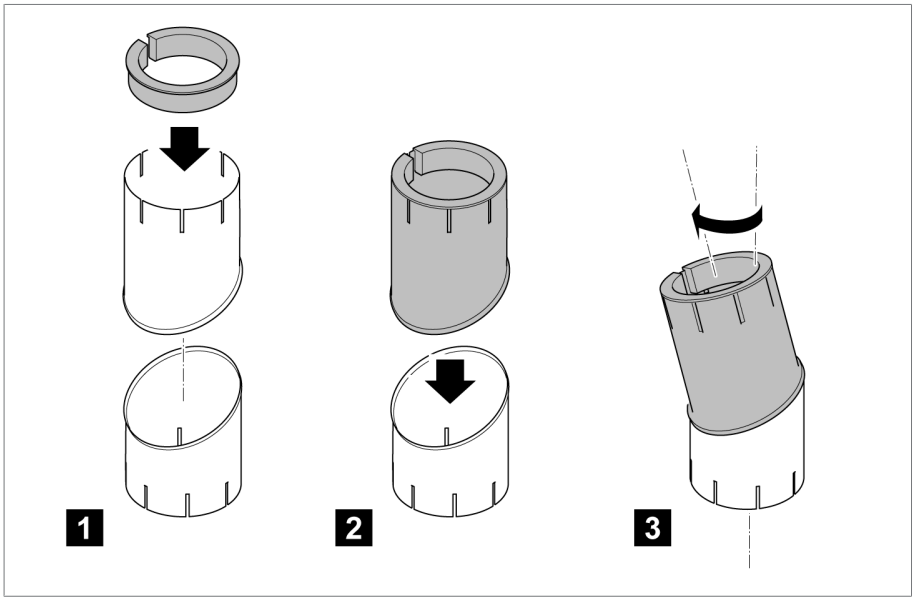


Abbildung 191: Adapter in drehbare Schutzrohre einlegen

3. Die Wellengelenke sind im Auslieferungszustand mit montierten Kupplungsbolzen versehen **1**. Zur Montage am Wellenende müssen folgende Schritte vollzogen werden: Schlauchschelle demontieren **2**. Faltenbalg hoch schieben **3**. Kupplungsbolzen demontieren **4**. Wellengelenk über

Abtriebswelle des Geräts schieben **5**. Kupplungsbolzen einschieben **6**. Faltenbalg darüber schieben **7**. Faltenbalg mit Schlauchschelle sichern **8**.

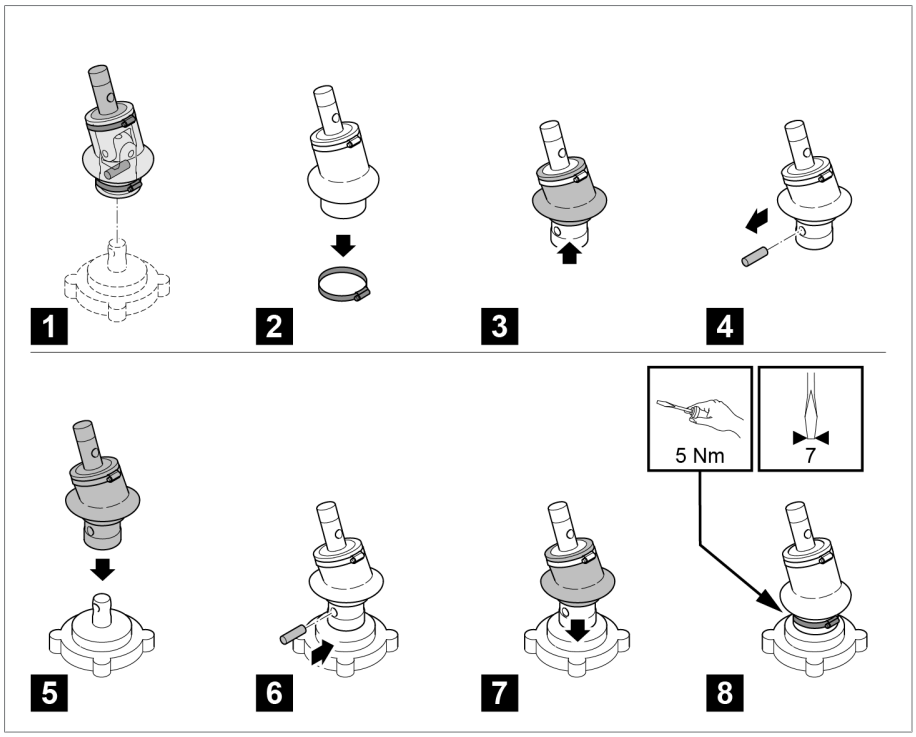


Abbildung 192: Wellengelenke montieren

4. Mitgeliefertes, kürzeres Wellengelenk am Wellenende des Motorantriebs mit Kupplungsbolzen verbinden.

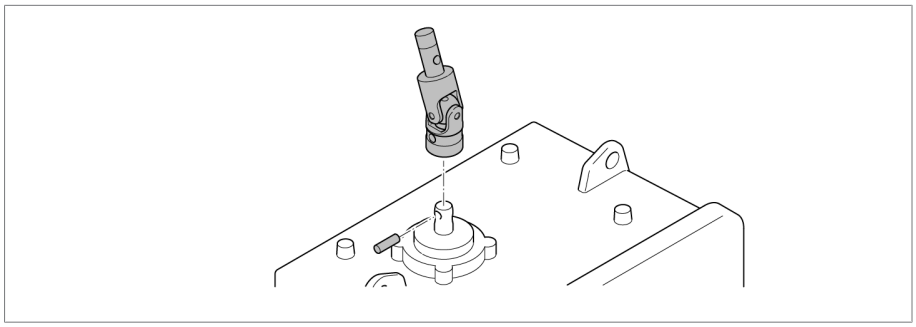


Abbildung 193: Wellengelenk am Wellenende des Motorantriebs anbringen

5. **ACHTUNG!** Zweites, längeres Wellengelenk so am Winkelgetriebe anbauen, dass die Lage beider Wellengelenklaschen an Winkelgetriebe und Motorantrieb übereinstimmt. Andernfalls kann es zu Beschädigungen oder Fehlfunktion kommen.

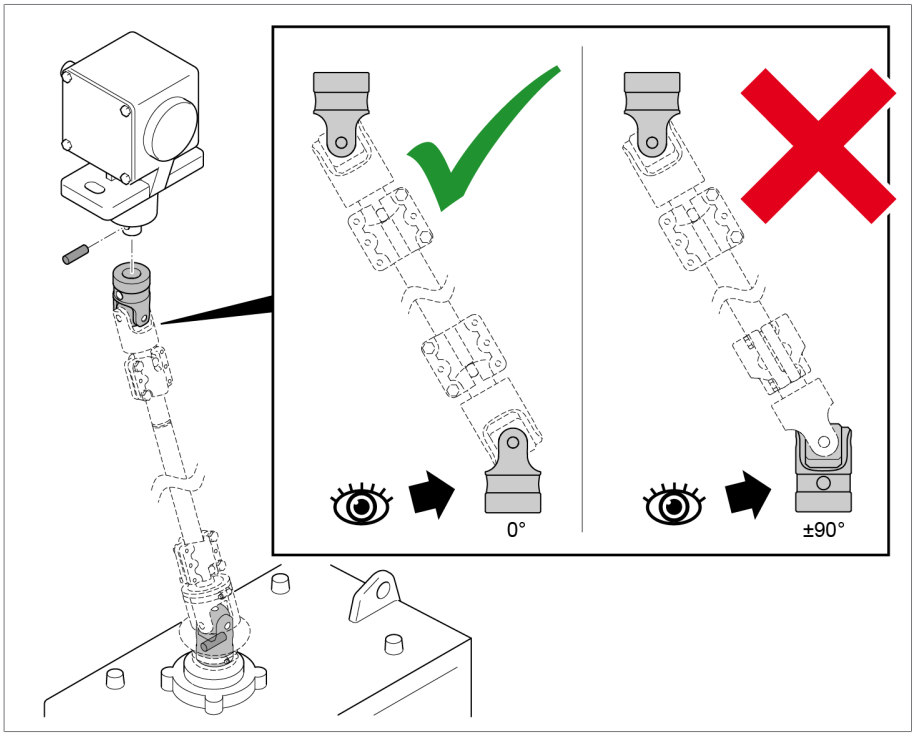


Abbildung 194: Zweites Wellengelenk am Winkelgetriebe anbringen

6. Faltenbalg mit Schlauchschelle sichern.

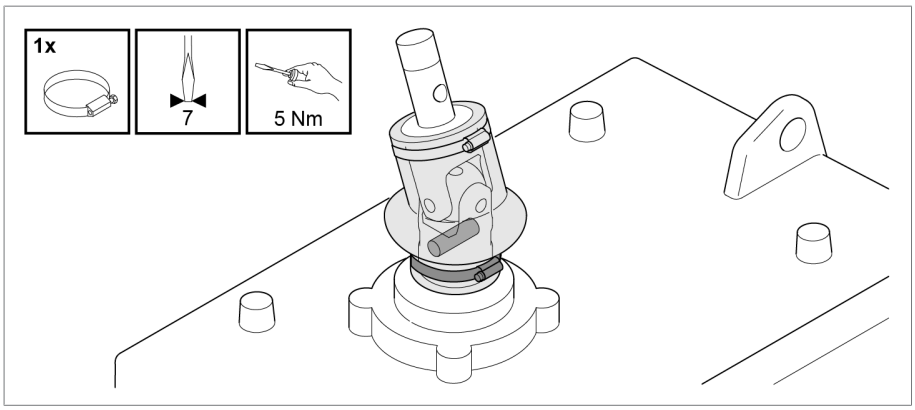


Abbildung 195: Faltenbalg mit Schlauchschelle sichern

7. Lose Wellenenden der Gelenke provisorisch mit einem Winkeleisen verbinden und so ausrichten, dass sie fluchten.

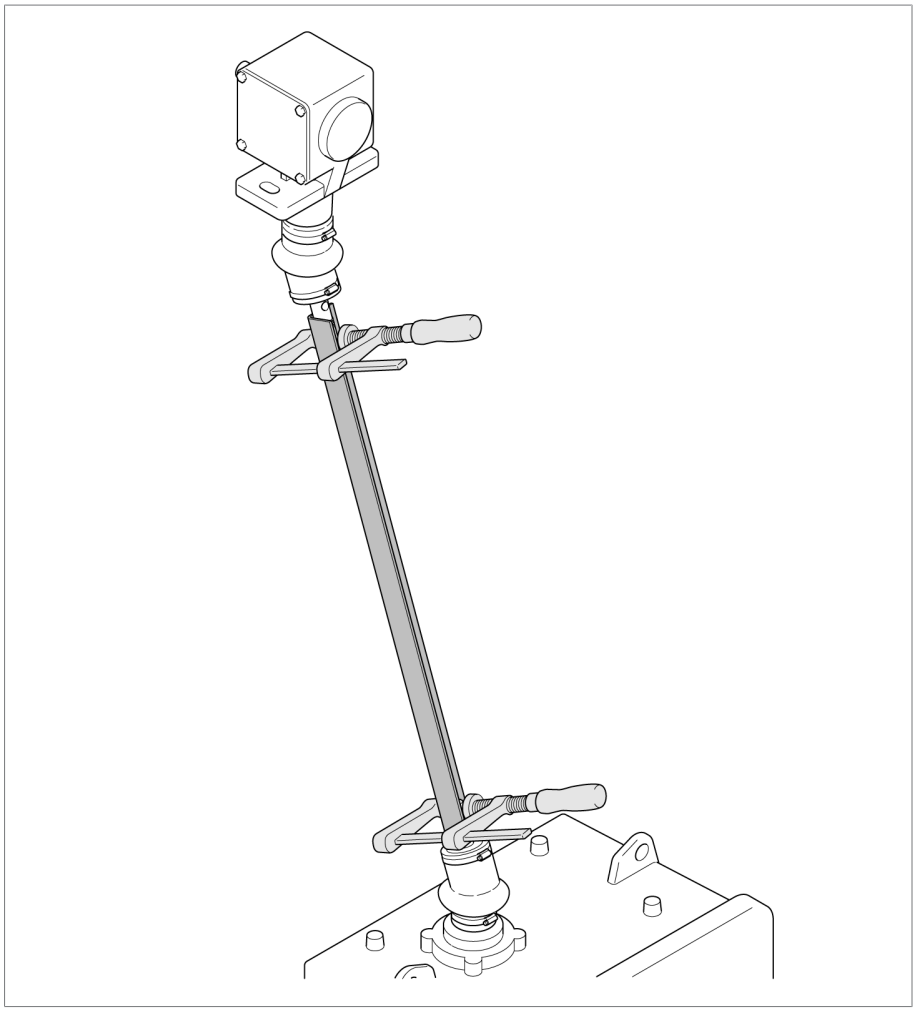


Abbildung 196: Wellenenden mit Winkeleisen verbinden

8. Maß A zwischen den Wellenenden ermitteln. Vierkantrohr auf LR = A + 100 mm abschneiden (LR = Länge des Vierkantrohrs). Schnittstellen des Vierkantrohrs entgraten.

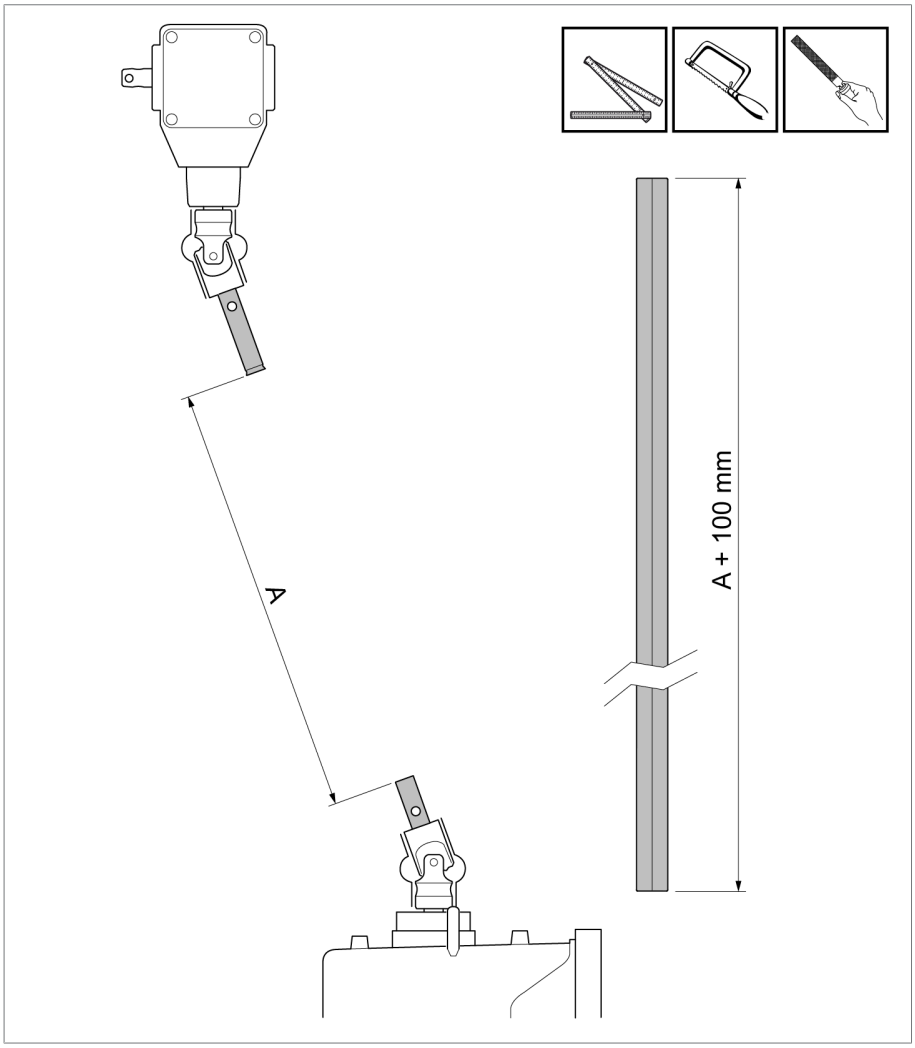


Abbildung 197: Vierkantrohr kürzen

9. Beide Teleskoprohre vor der Montage auf das entsprechende Maß A (A = Maß zwischen den beiden Wellengelenkenden) kürzen und entgraten.

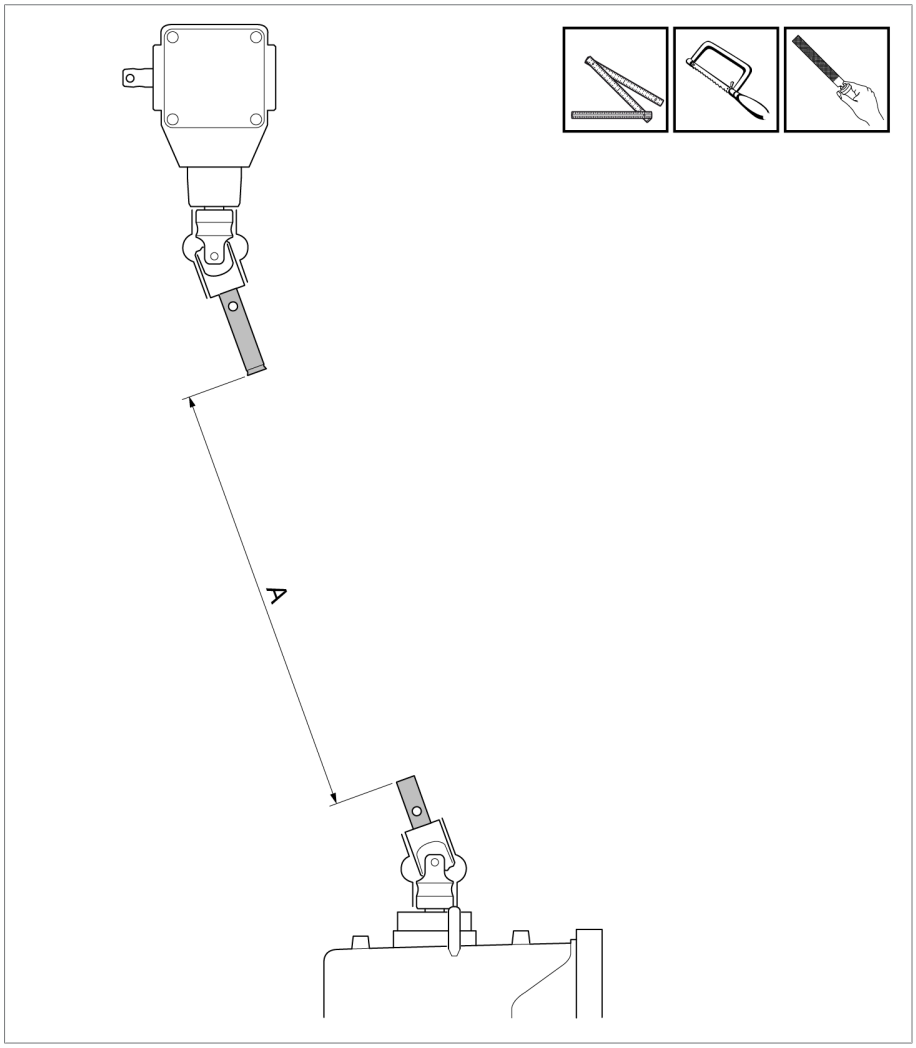


Abbildung 198: Teleskoprohre kürzen

Maß A (= Abstand zwischen den Wellenenden des Antriebs und des Winkelgetriebes)	**Innenrohr**	**Außenrohr**
260 mm	Kürzen auf 200 mm	200 mm
261 mm...760 mm	Kürzen auf A-60 mm	200 mm
761 mm...1090 mm	700 mm	Kürzen auf A-60 mm
1091 mm...1700 mm	700 mm	1150 mm
1701 mm...1900 mm	1150 mm	1150 mm

10. Einen Adapterring am Lagerhals des Motorantriebs aufstecken, den anderen Adapterring am Lagerhals des Winkelgetriebes aufstecken.

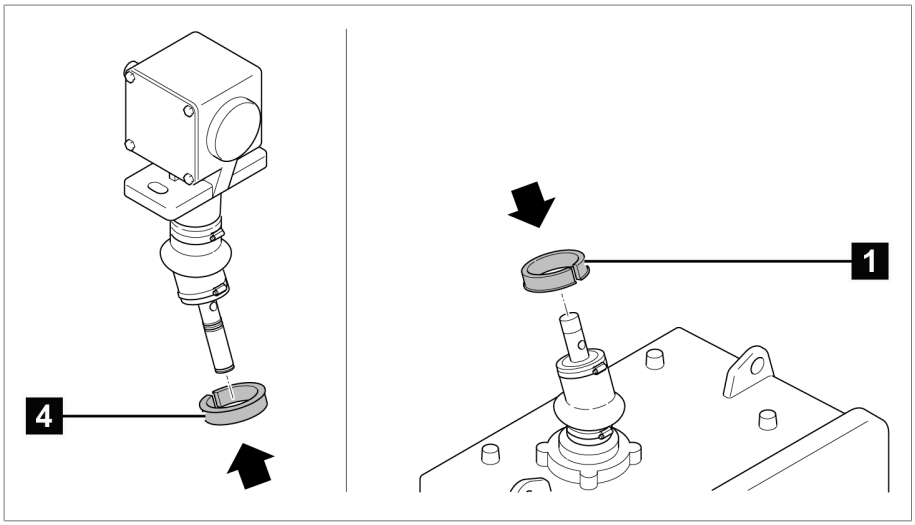


Abbildung 199: Adapter aufstecken

11. Vorher gekürztes und entgratetes Vierkantrohr bis zum Anschlag über das obere Wellengelenkende aufschieben.

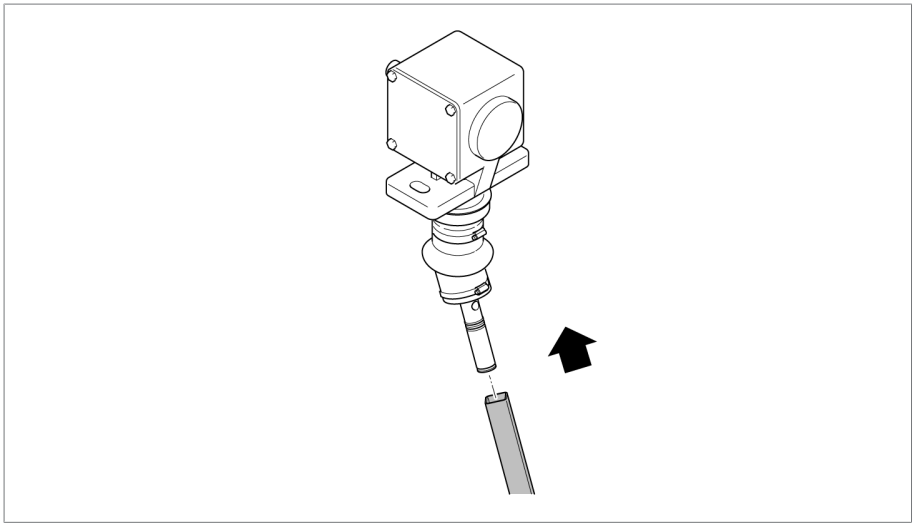


Abbildung 200: Vierkantrohr über oberes Wellengelenkende aufschieben

12. Drehbares Schutzrohr oben mit langem Absatz nach oben von unten auf das Vierkantrohr auffädeln.

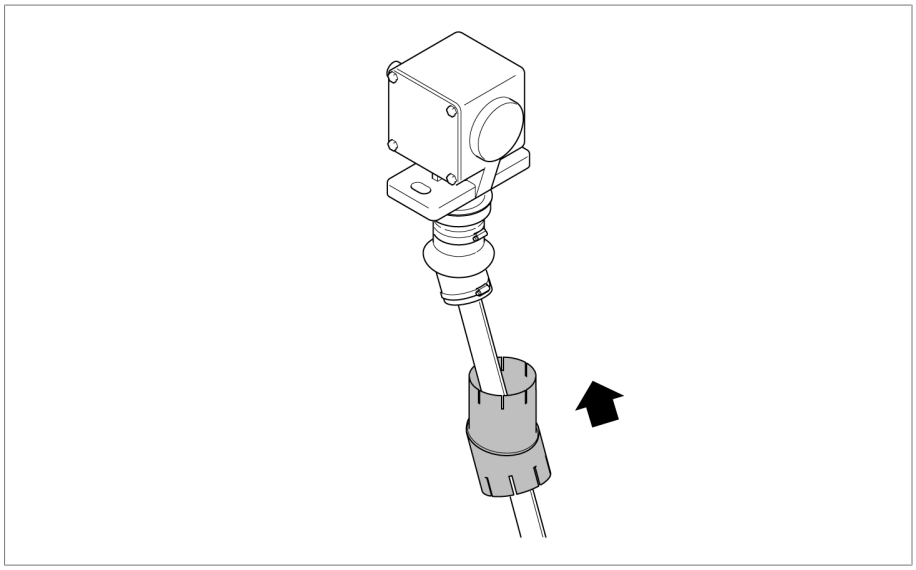


Abbildung 201: Drehbares Schutzrohr über Vierkantrohr schieben

13. Innenrohr in das Außenrohr schieben, so dass die geschlitzte Seite des Innenrohres nach unten zeigt. Schlauchschellen auffädeln.

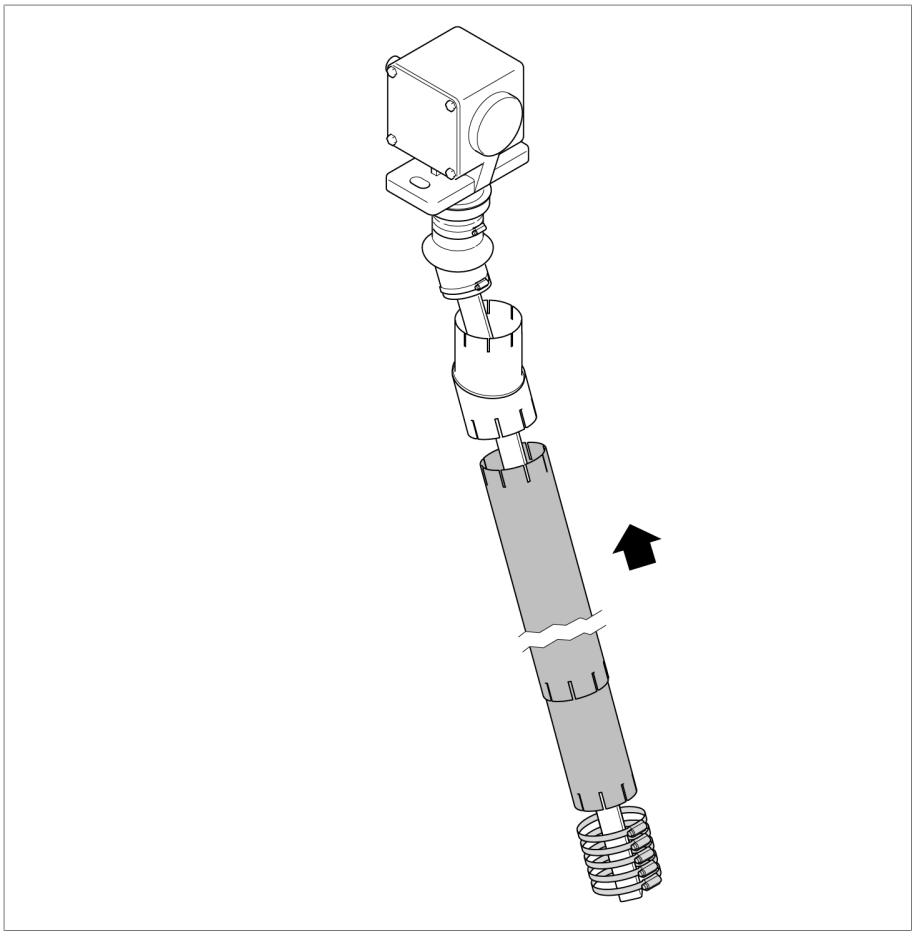


Abbildung 202: Teleskoprohre aufschieben

14. Gesamte Anordnung nach oben schieben und mit einer Schraubzwinge sichern.

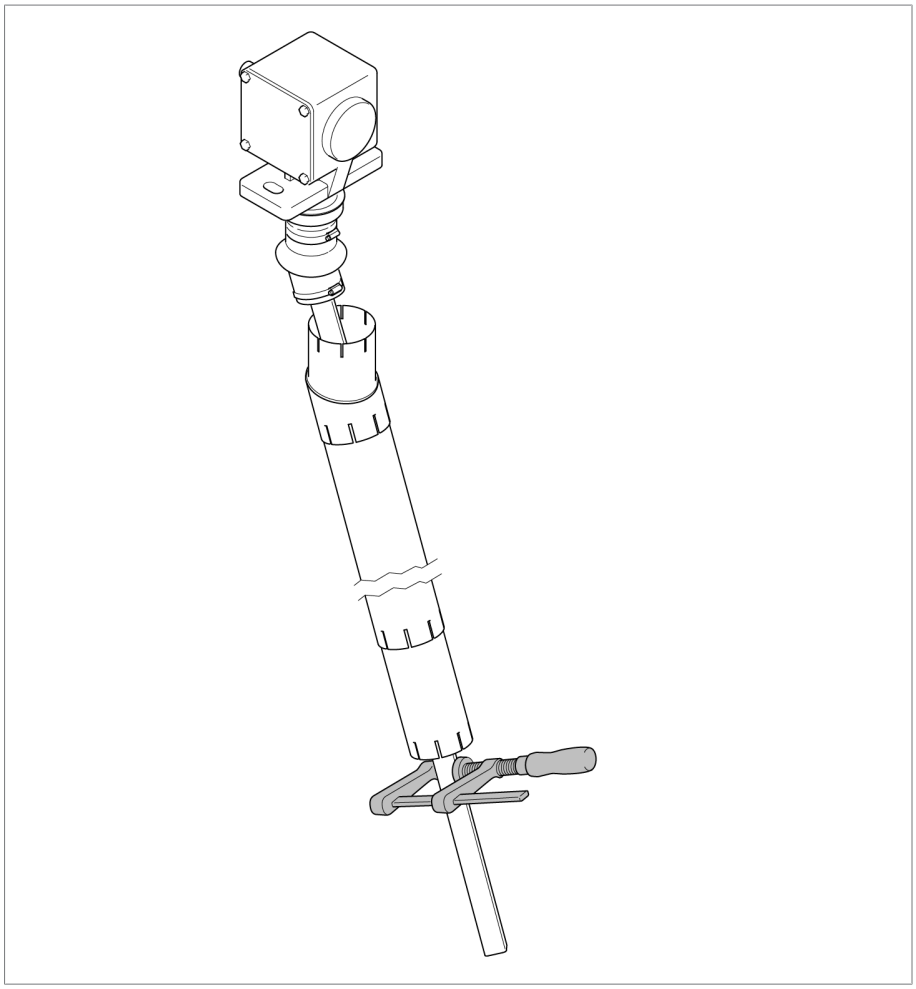


Abbildung 203: Gesamte Anordnung mit Schraubzwinge sichern

15. Unteres drehbares Schutzrohr ebenfalls mit langem Absatz nach oben auf das Vierkantrohr schieben und mit Schraubzwinge befestigen.

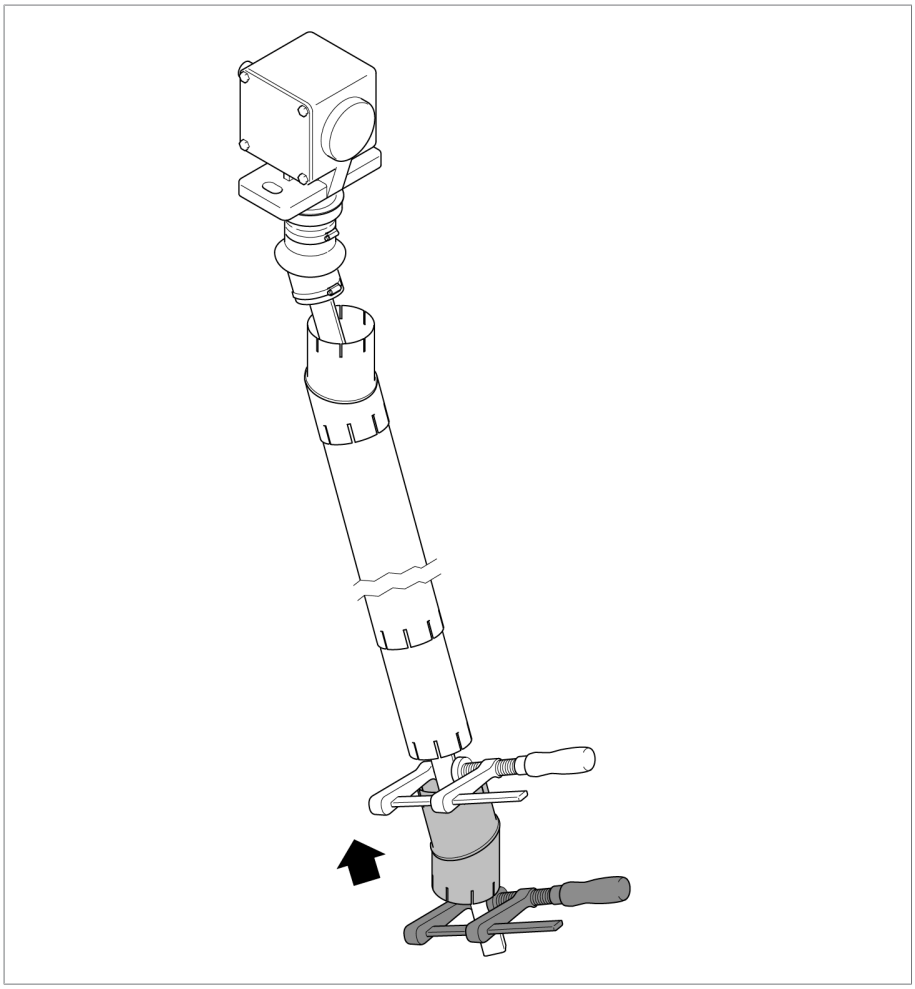


Abbildung 204: Unteres drehbares Schutzrohr auf Vierkantrohr schieben

16. Vierkantrohr einschwenken und ganz nach unten schieben.

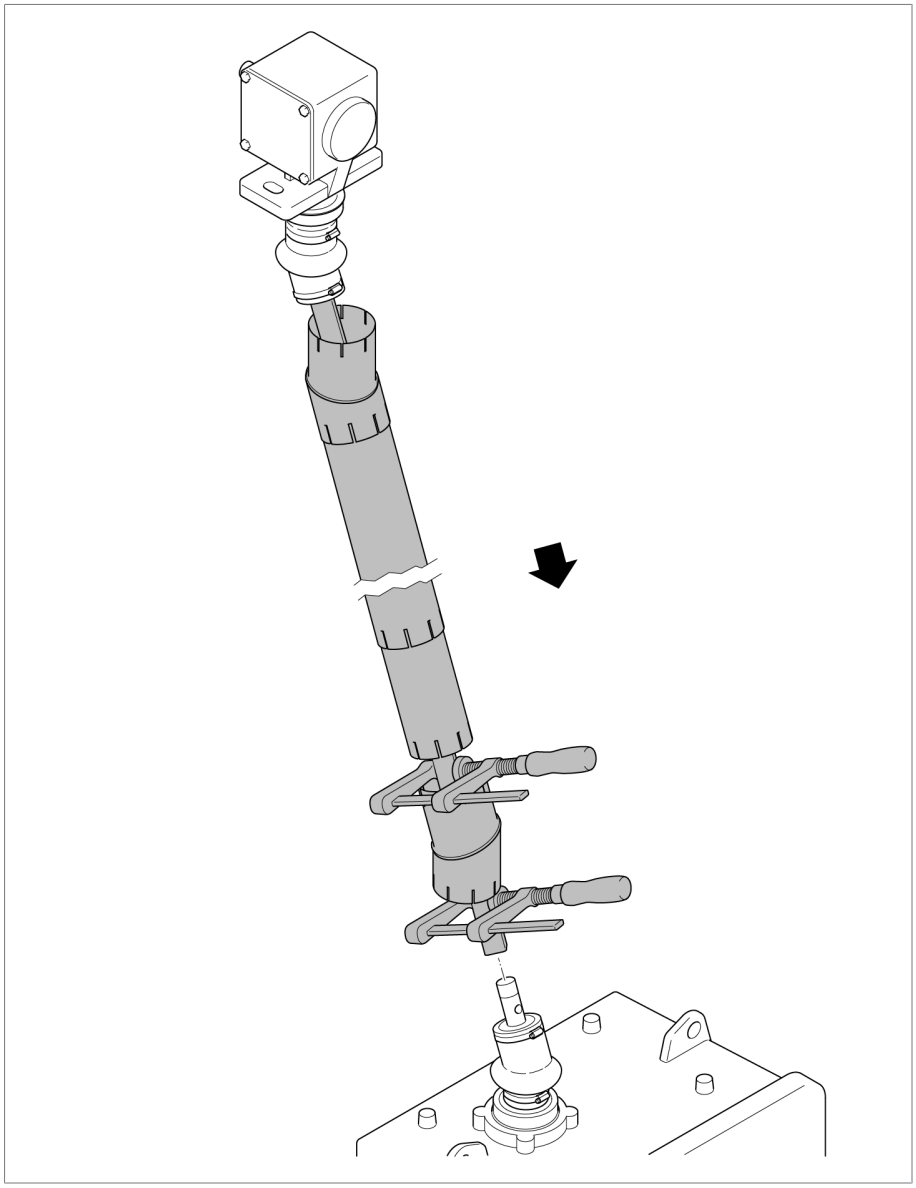


Abbildung 205: Vierkantrohr einschwenken

17. Unteren Kupplungsbolzen einschieben und fetten. Untere Kupplungsschalen festziehen. Wellenende und Kupplungsstück müssen fest verbunden sein, so dass kein Axialspiel zwischen Kupplungsbolzen und Kupplungsschale bleibt.

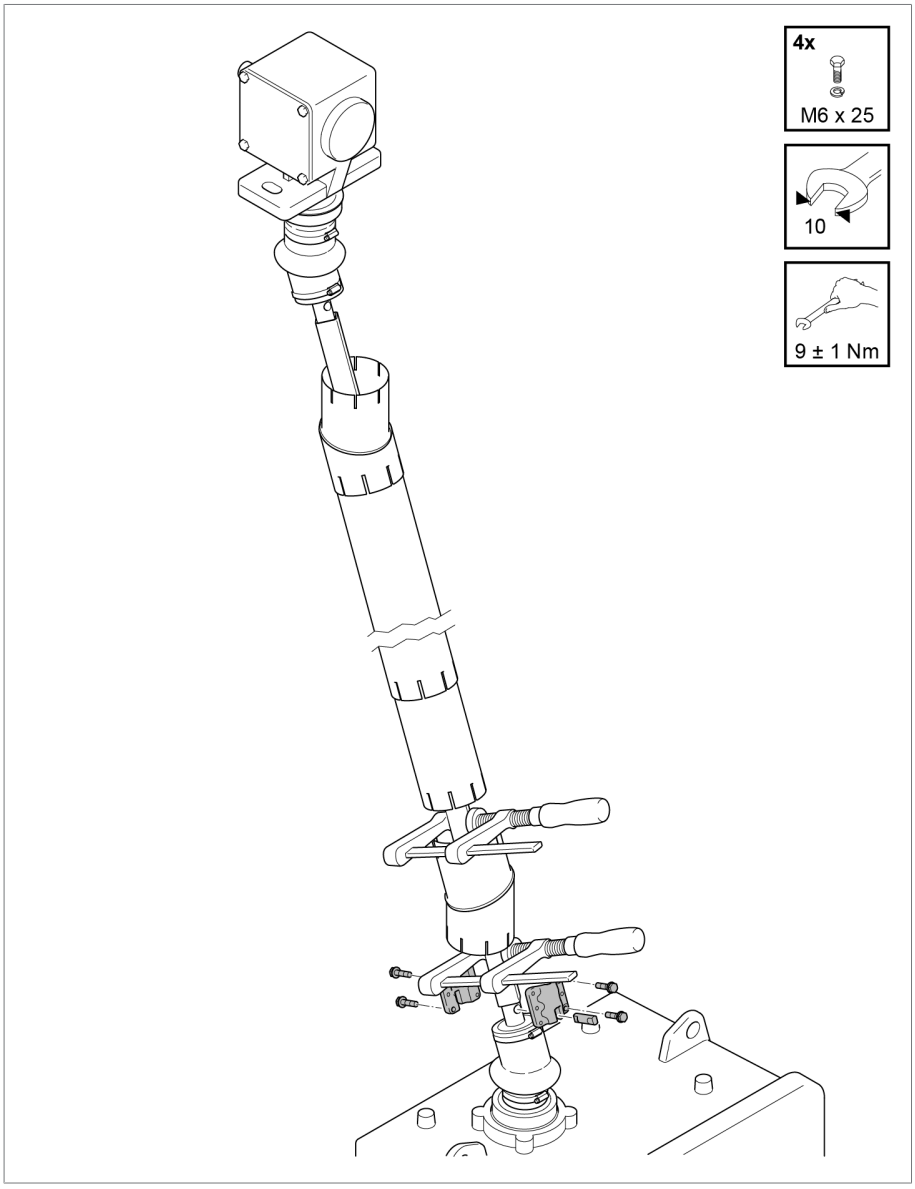


Abbildung 206: Untere Kupplungsschalen festziehen

18. Obere Kupplungsschalen mit 3 mm Axialspiel montieren.

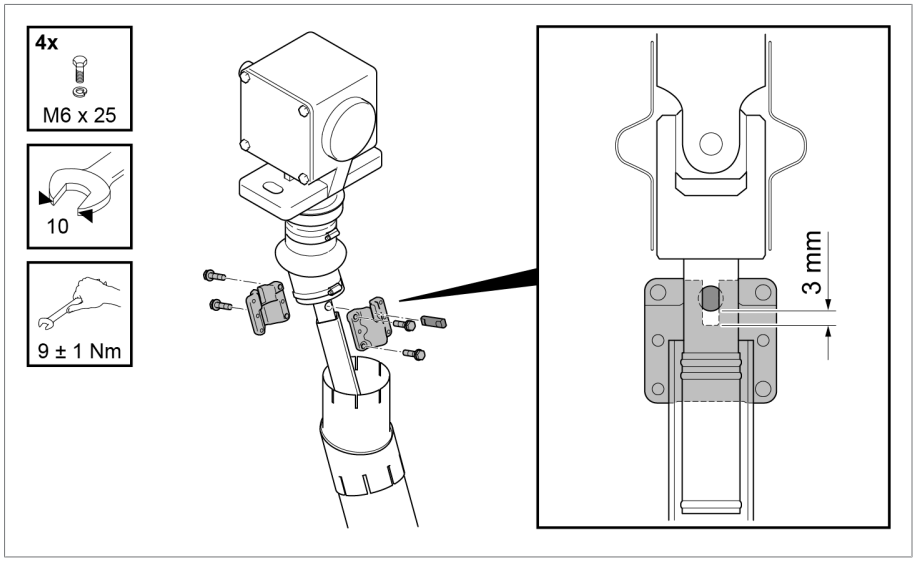


Abbildung 207: Obere Kupplungsschalen montieren

19. Von oben nach unten beginnend die einzelnen Teile des Wellenschutzes montieren. Winkellage zwischen beiden Teilen des drehbaren Schutzrohres einstellen und mit vorhandener Schlauchschelle fixieren. Unteres und oberes Schutzrohr an beiden Endseiten mit je einer Schlauchschelle befestigen. Beide Teleskopschutzrohre mit einer Schlauchschelle zueinander fixieren.

Die Kunststoffadapter müssen sich am jeweiligen Ende des drehbaren Schutzrohres befinden. Teleskopschutzrohr nur um die Adapterbreite in das obere und untere drehbare Schutzrohr schieben, bevor die Schlauchschellen festgezogen werden.

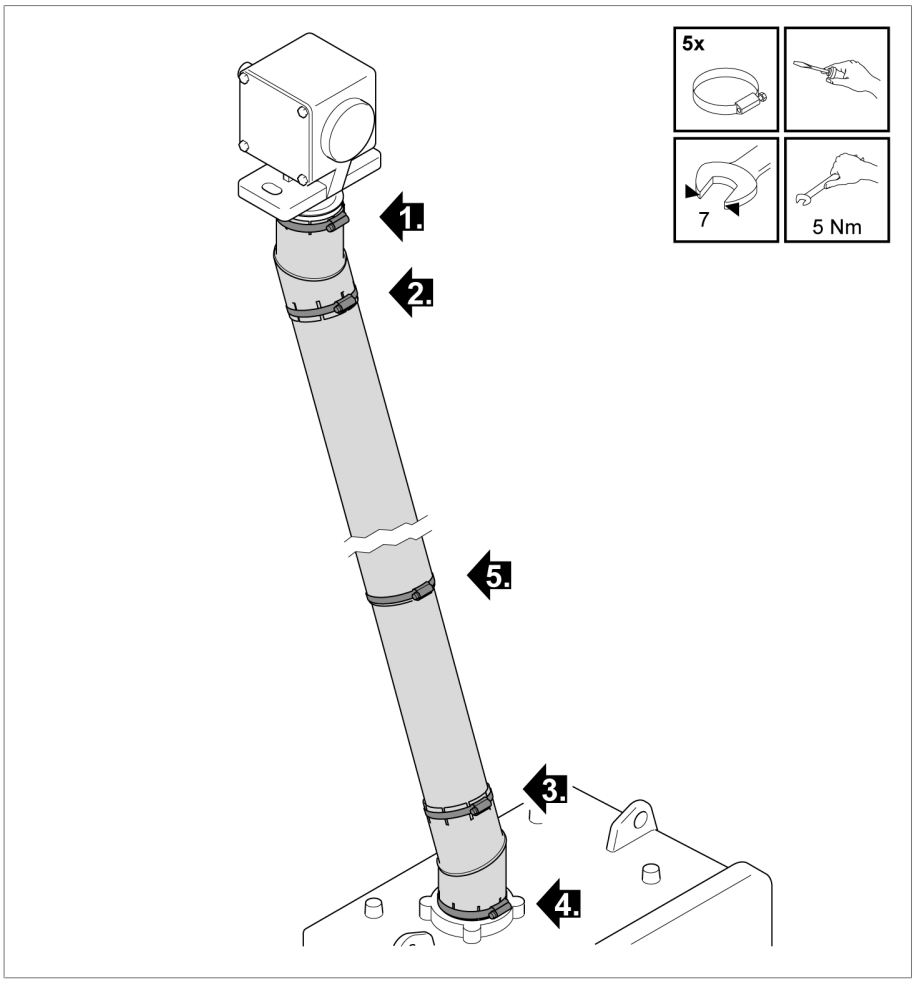


Abbildung 208: Teleskopschutzrohr und drehbare Schutzrohre mit Schlauchschellen befestigen

5.4.5.4 Antriebswelle mit Isolator anbauen

Für den isolierenden Anbau der Antriebswelle ist eine Ausführung mit Isolator in der senkrechten Antriebswelle vorhanden.

Zulässige Axialversetzung

Eine geringe Axialversetzung der senkrechten Antriebswelle mit Isolator ist zulässig, sofern sie ein Versetzungsmaß von 35 mm je 1000 mm Vierkantrohrlänge (entspricht 2°) nicht überschreitet.

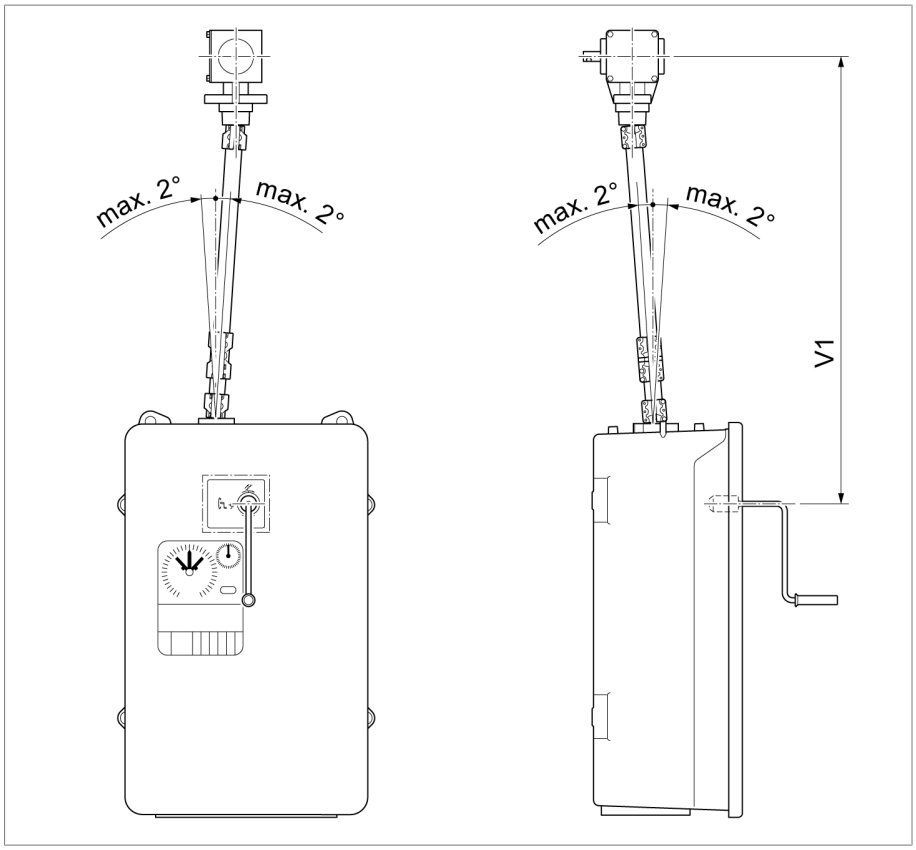


Abbildung 209: Zulässiger maximaler Axialversatz der senkrechten Antriebswelle mit Isolator

5.4.5.4.1 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 verschrauben. Schrauben befinden sich nicht im Lieferumfang.

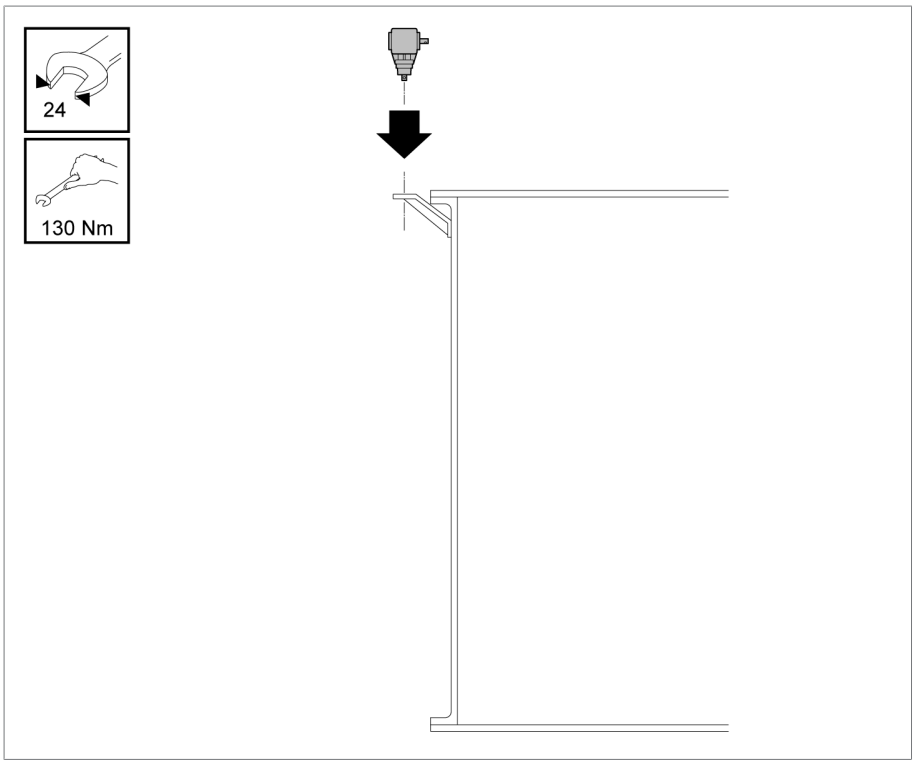


Abbildung 210: Winkelgetriebe

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

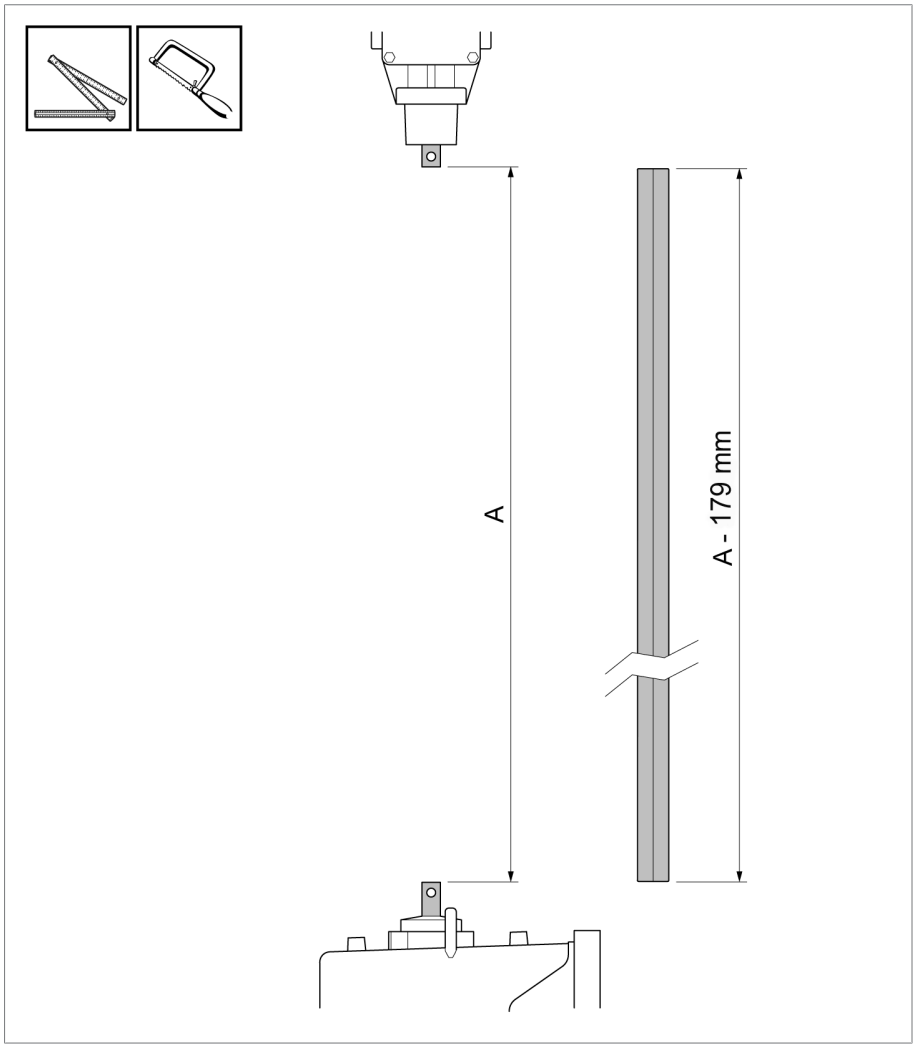


Abbildung 211: Kürzung Vierkantrohr

4. Schnittstellen des Vierkantrohrs entgraten.

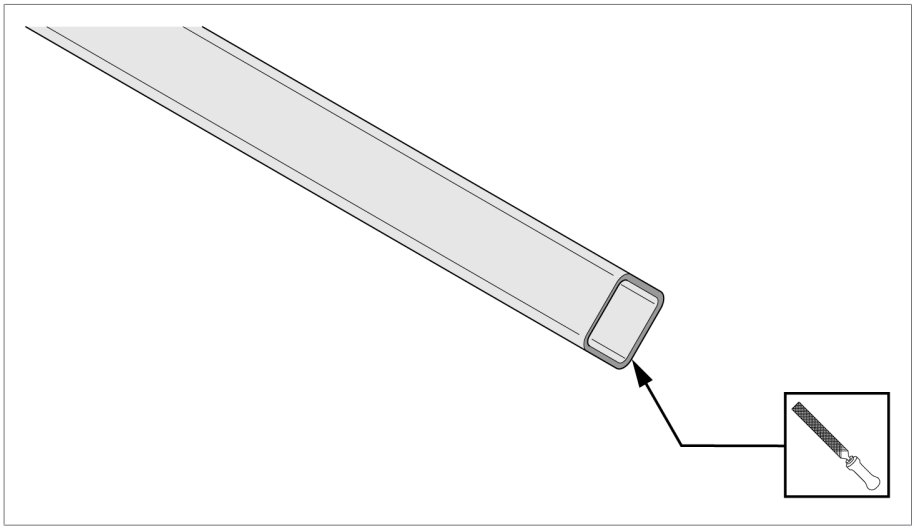


Abbildung 212: Schnittstellen entgraten

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

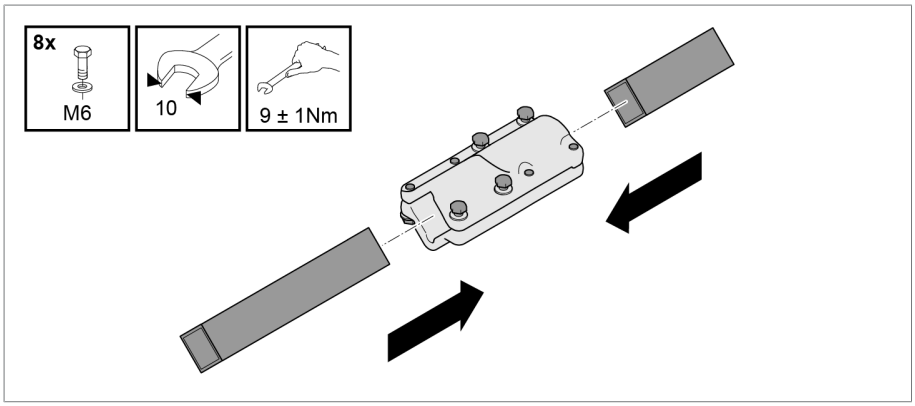


Abbildung 213: Vierkantrohr und Isolator mit Doppelkupplungsstück verschrauben

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

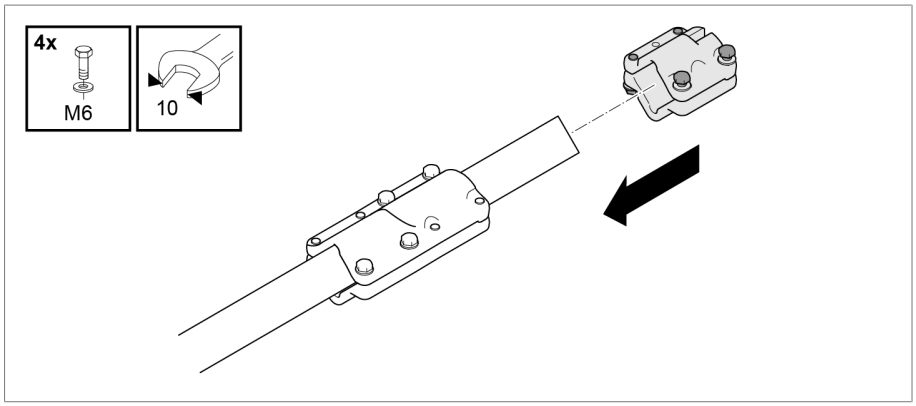


Abbildung 214: Kupplungsstück auf Isolator schieben

7. Mitgelieferten Isolierring auf Lagerhals des Motorantriebs stecken.

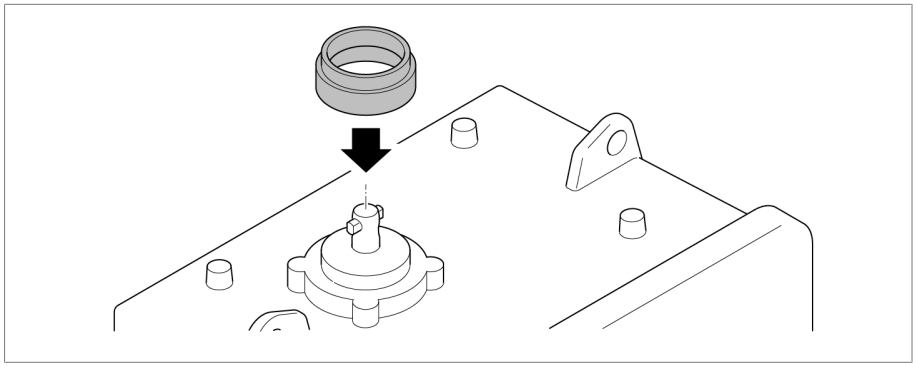


Abbildung 215: Isolierring

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

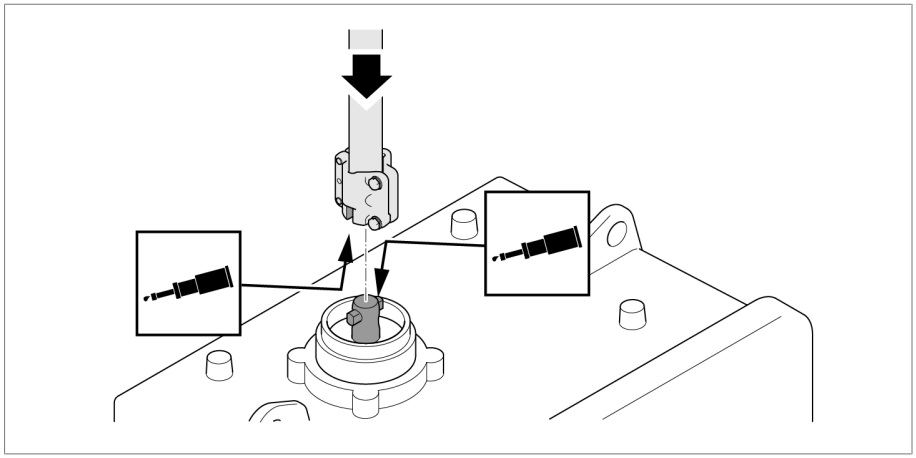


Abbildung 216: Vierkantrohr mit Kupplungsstück auf Wellenende schieben

9. Vierkantrohr auf Antrieb befestigen.

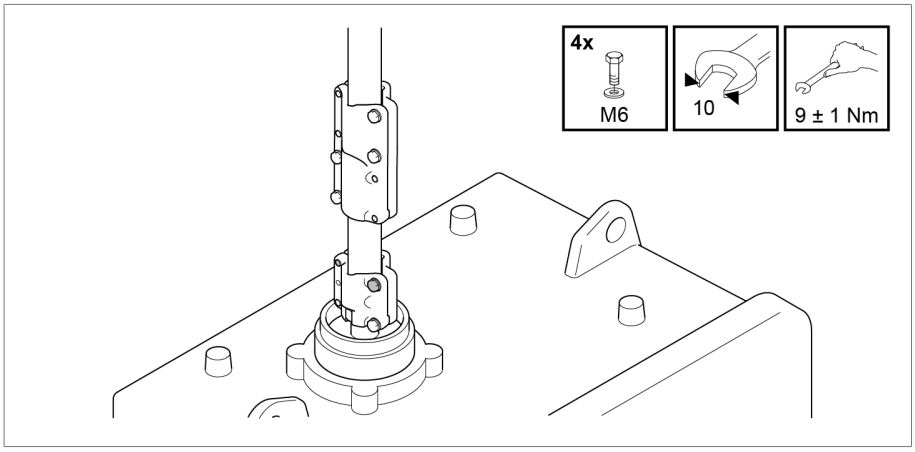


Abbildung 217: Vierkantrohr auf Antrieb befestigen

10. Vierkantrohr ausschwenken.

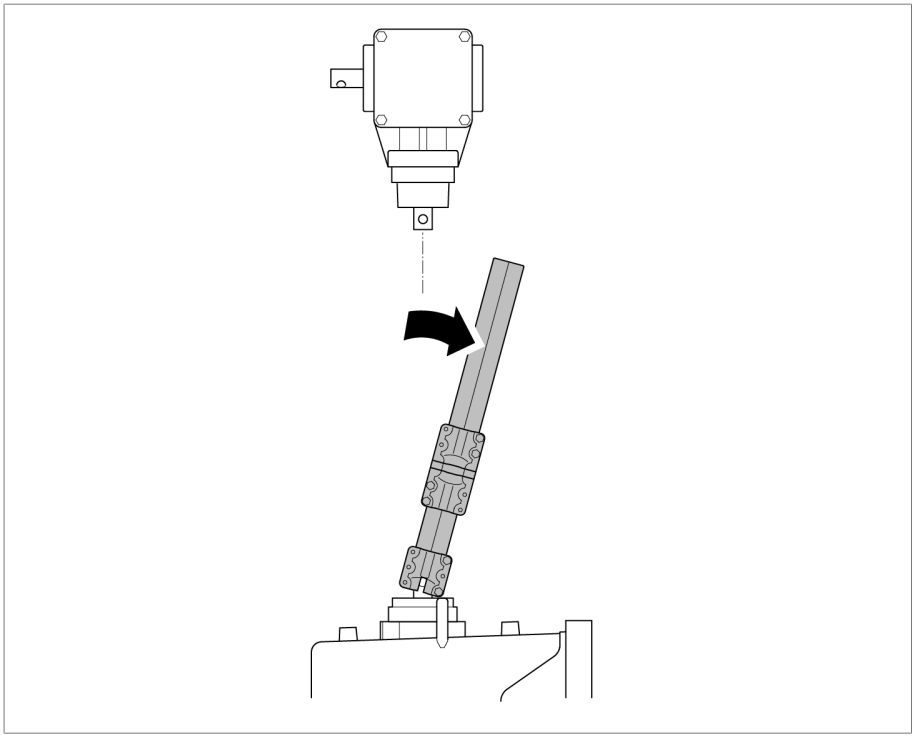


Abbildung 218: Vierkantrohr ausschwenken

11. Für den Einbau des Teleskopschutzrohres Innenrohr bei Bedarf 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.

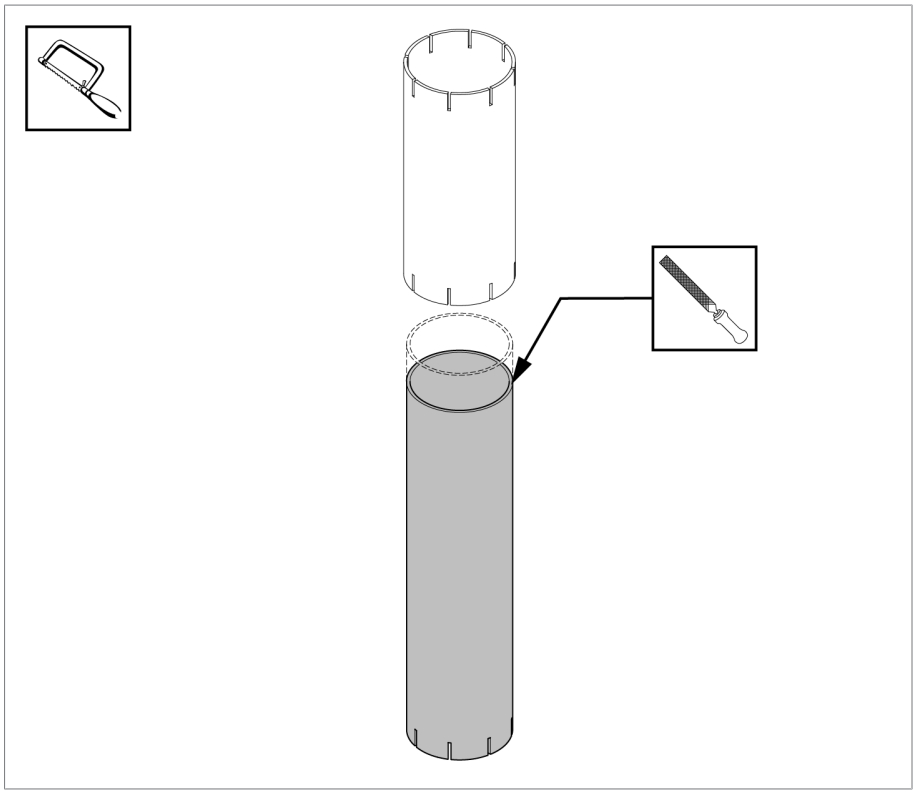


Abbildung 219: Innenrohr entgraten

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

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.

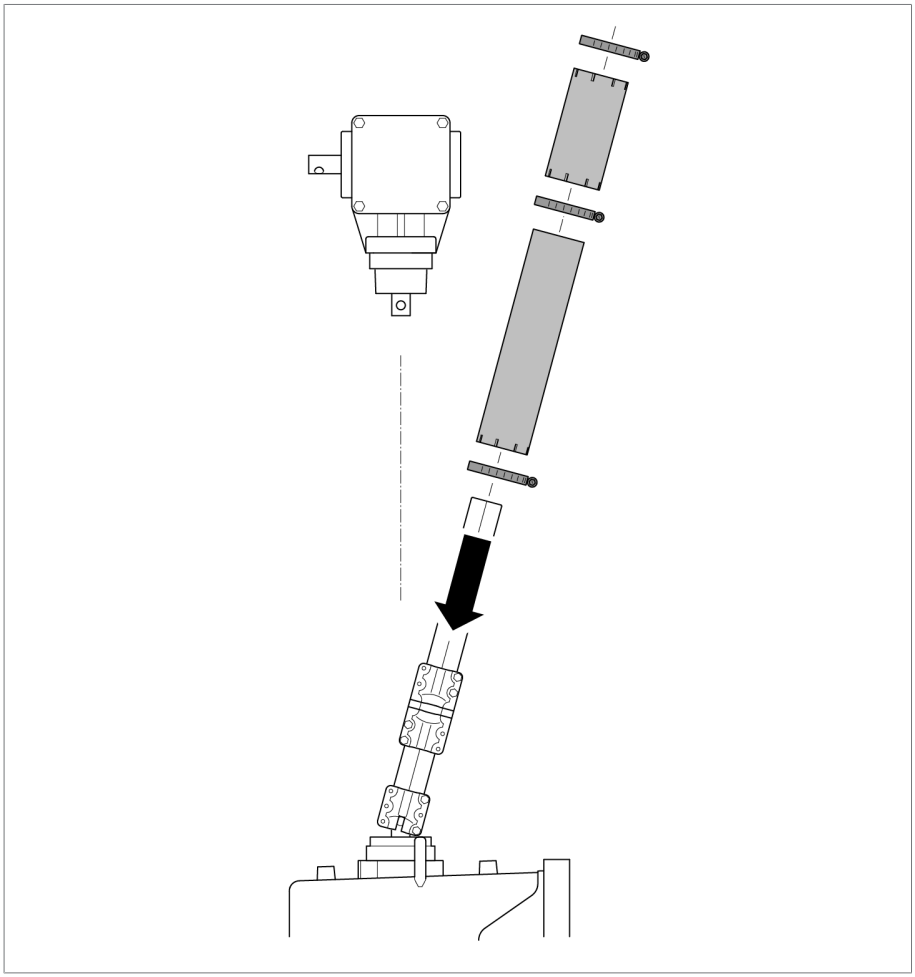


Abbildung 220: Teleskopschutzrohr aufschieben

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

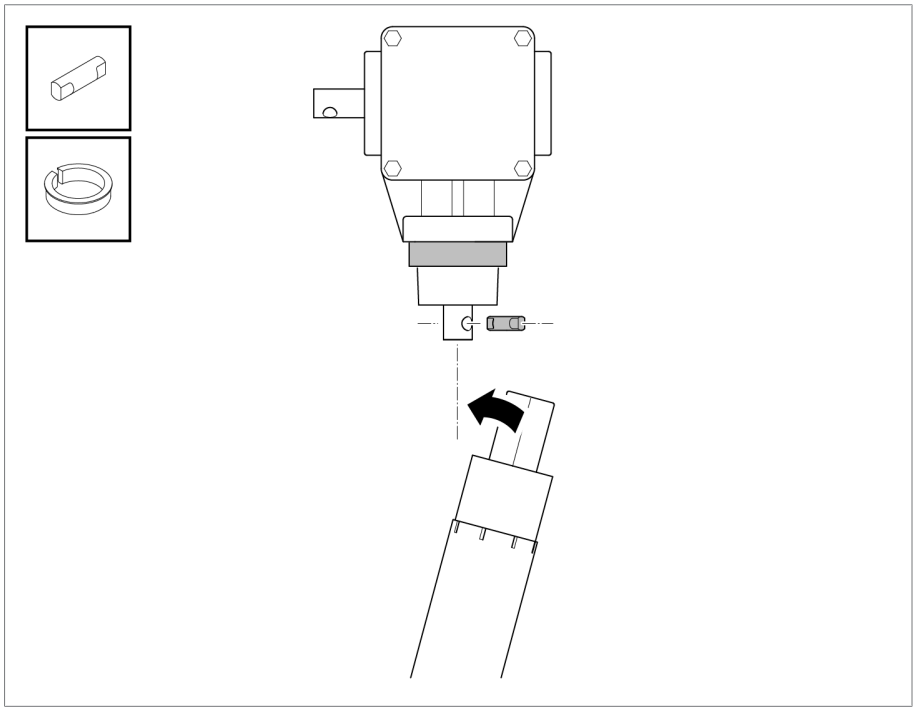


Abbildung 221: Adapterring und Kupplungsbolzen anbringen

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.

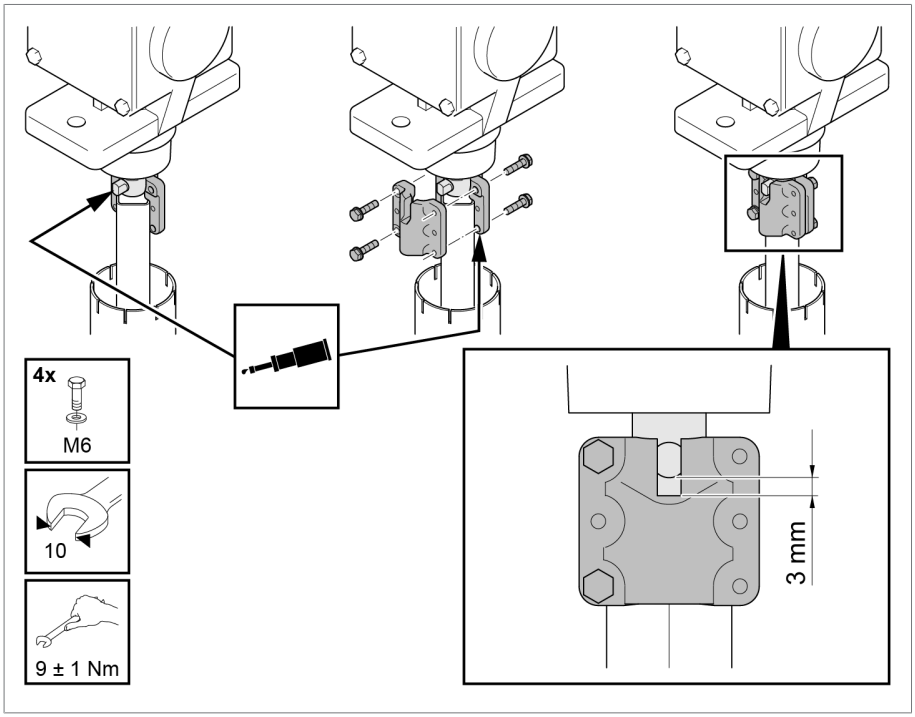


Abbildung 222: Kupplungsschalen montieren

15. 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 und am Übergang zum unteren Schutzrohr mit je einer Schlauchschelle befestigen **3**.

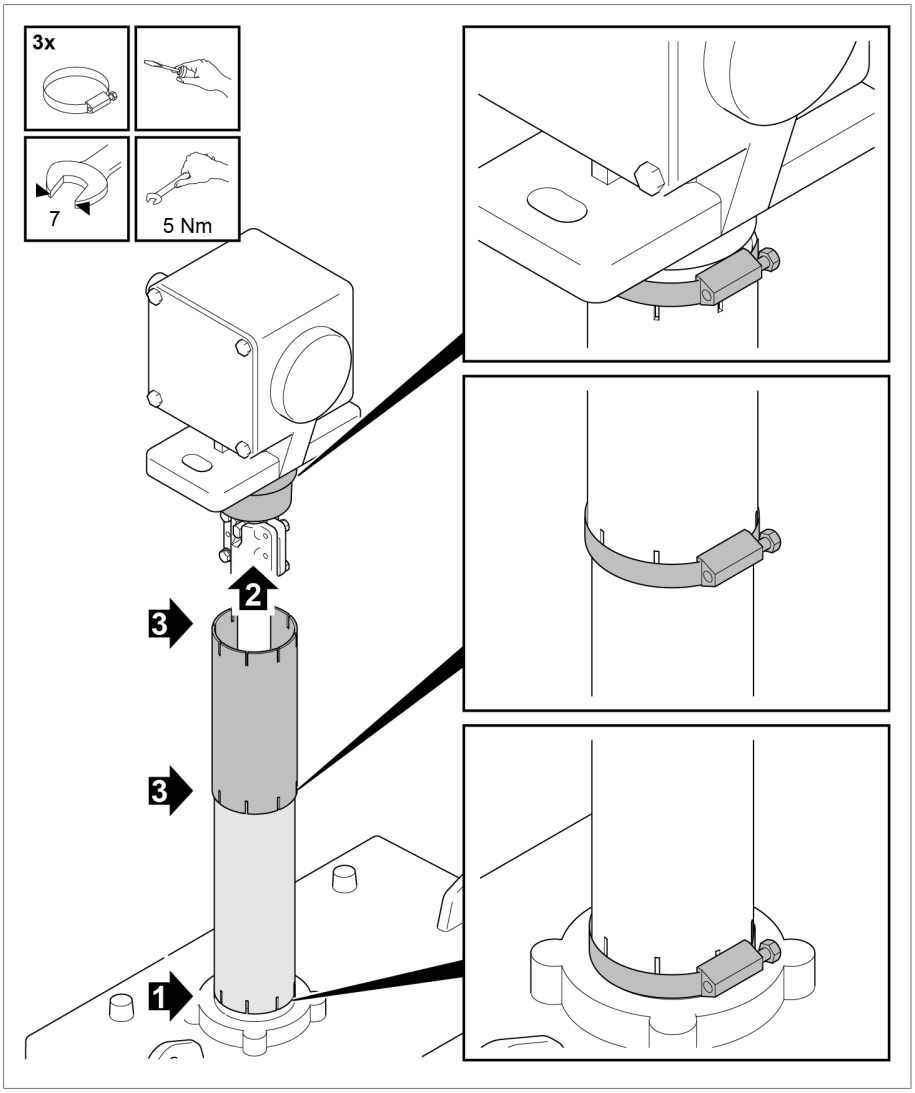


Abbildung 223: Schutzrohr montieren

5.4.5.5 Antriebswelle mit Isolator und Wellengelenke anbauen

Für den isolierenden Anbau der Antriebswelle ist auch eine Ausführung mit Isolator und Wellengelenke in der senkrechten Antriebswelle möglich.

Zulässige Axialversetzung

Bei einer Antriebswelle mit Isolator und Wellengelenke ist ein Axialversatz von 20° zulässig.

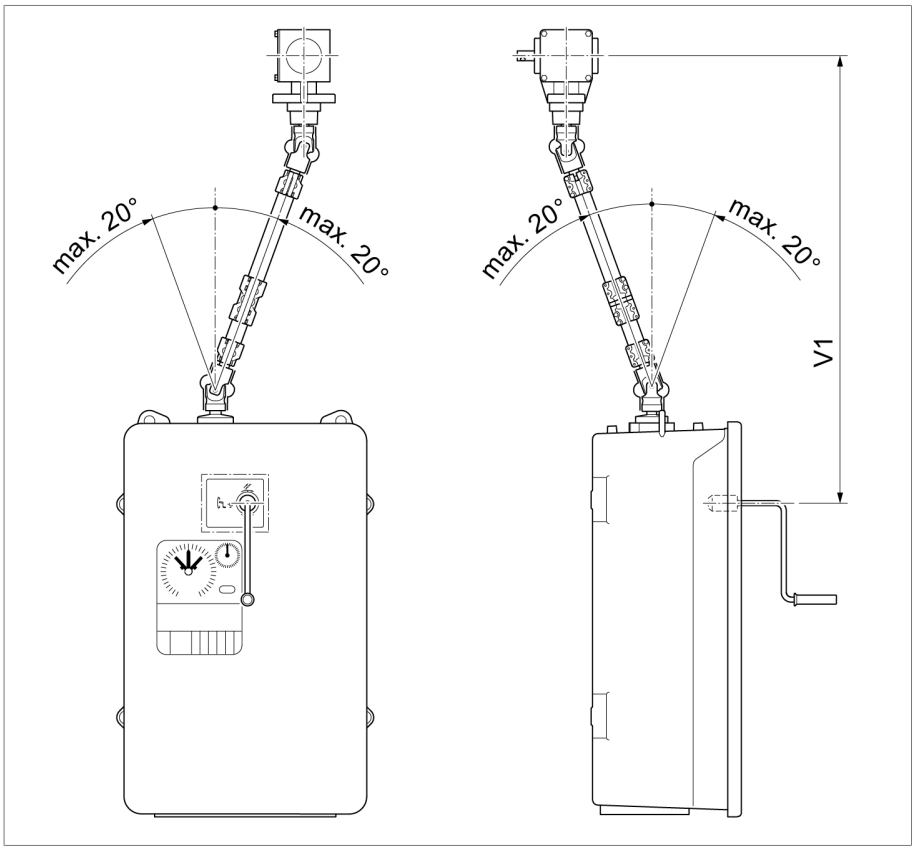


Abbildung 224: Zulässiger maximaler Axialversatz der senkrechten Antriebswelle mit Isolator und Wellengelenke

5.4.6 Laststufenschalter und Motorantrieb ausmitteln

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

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

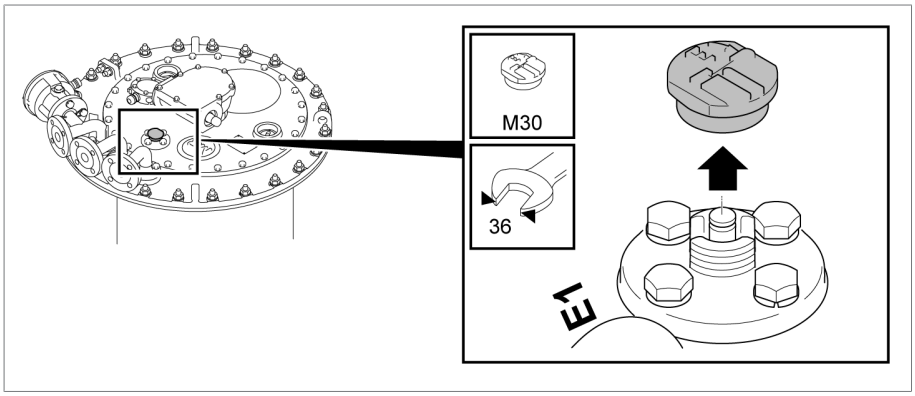


Abbildung 225: Schraubkappe

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

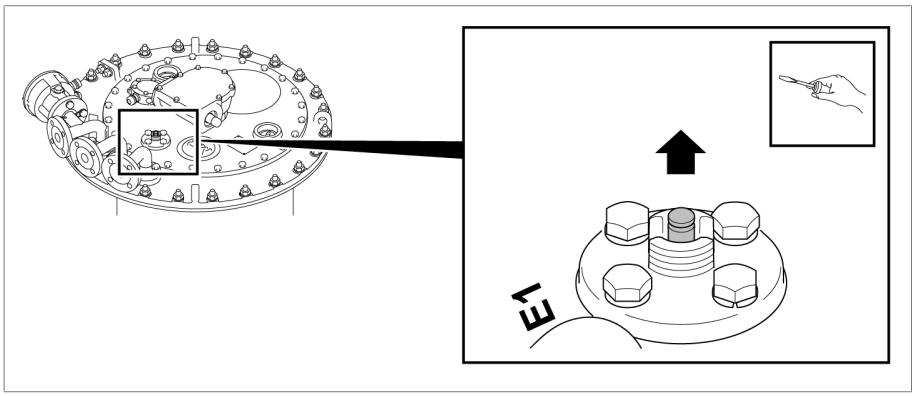


Abbildung 226: Ventilstößel

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

6.1.1.2 Saugleitung am Rohrleitungsanschluss S entlüften

1. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

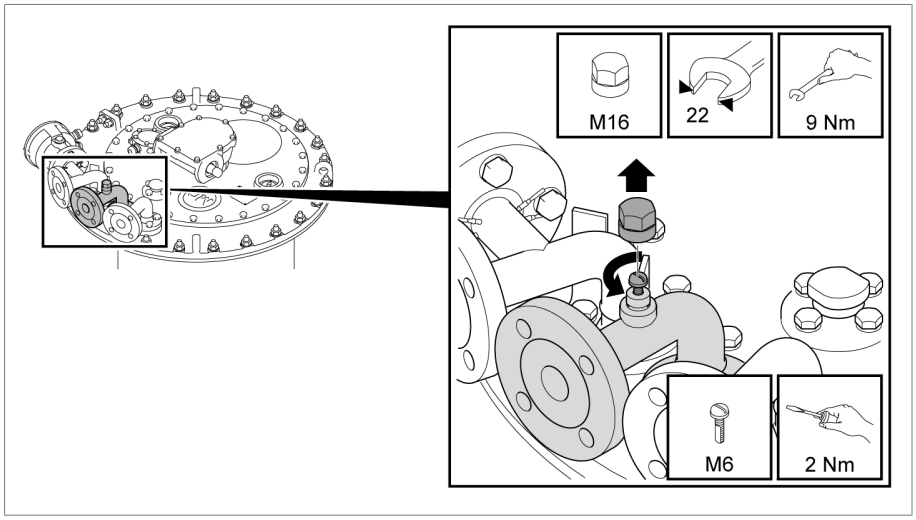


Abbildung 227: Schraubkappe

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

6.1.2 Laststufenschalter erden

1. Erdungsschraube am Laststufenschalterkopf mit dem Transformatordeckel verbinden. Cupal-Scheiben zwingend auf beiden Seiten direkt an die Anschlusslasche legen. Die Aluminiumseite der Cupal-Scheiben muss hierbei zur Anschlusslasche zeigen.

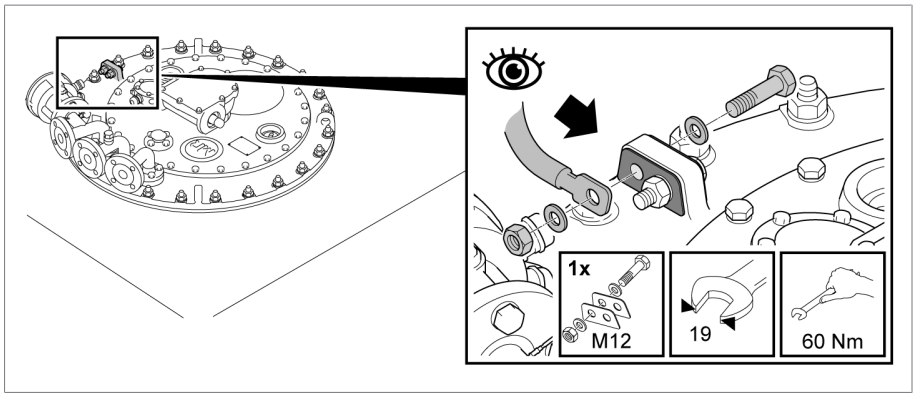


Abbildung 228: Erdungsschraube Kopf

2. Erdungsschraube des Motorantriebsschutzgehäuses mit dem Transformatorkessel verbinden. Cupal-Scheibe zwingend zwischen Kabelschuh und Anschlusslasche legen. Die Aluminiumseite der Cupal-Scheibe muss hierbei zur Anschlusslasche zeigen.

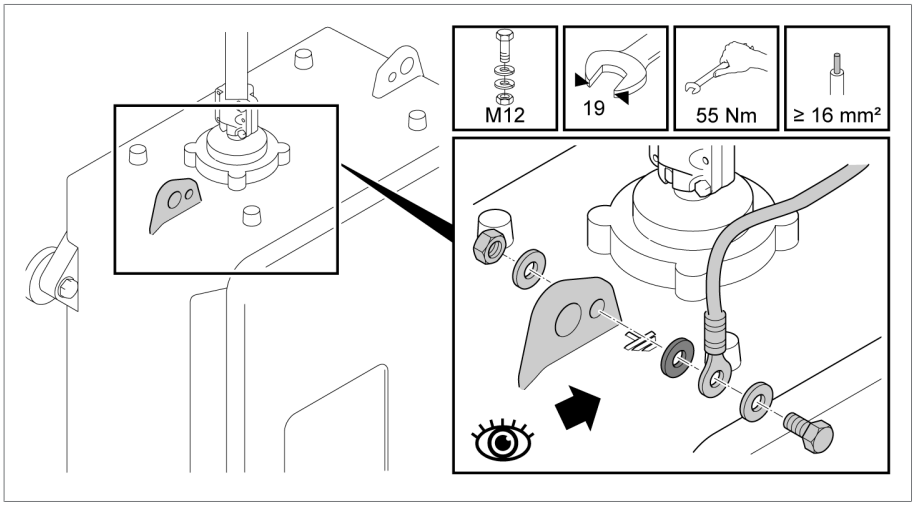


Abbildung 229: Erdungsschraube am Motorantrieb

3. Bei Verwendung eines Temperatursensors, Gehäuse des Temperatursensors mit Erdungsschraube am Laststufenschalterkopf oder einem anderen Erdungspunkt am Transformator verbinden. Cupal-Scheibe zwingend zwischen Kabelschuh und Gehäuse des Temperatursensors legen. Die Aluminiumseite der Cupal-Scheibe muss hierbei zum Gehäuse des Temperatursensors zeigen.

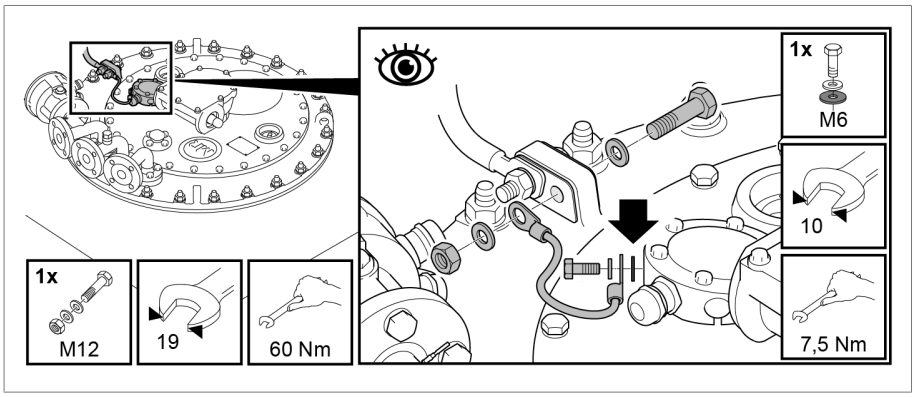


Abbildung 230: Temperatursensor erden

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 5.4.4, Seite 139] und Antriebswelle [►Abschnitt 5.4.5, Seite 139] 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 Q oder E2 und R herstellen.

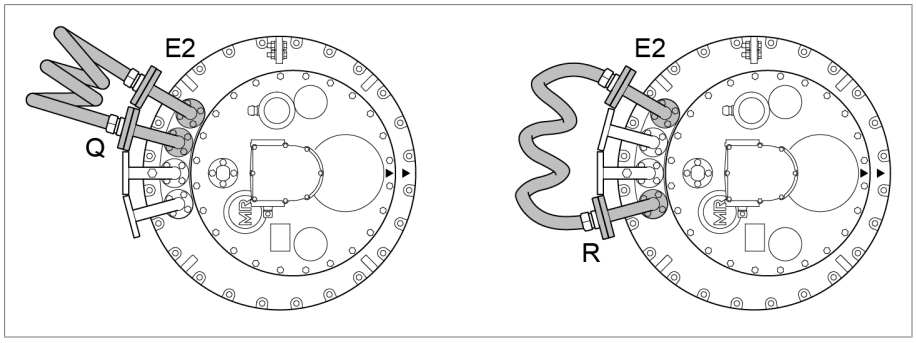


Abbildung 231: Verbindungsleitung

Bei einer kurzfristigen Standzeit von maximal 4 Wochen ohne Ölausdehnungsgefäß genügt es auch, ca. 5 Liter 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).

6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort

6.3.1 Ölgefäß des Laststufenschalters mit Isolierflüssigkeit füllen

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ungeeignete Isolierflüssigkeiten führen zu Schäden am Laststufenschalter!

► Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Isolierflüssigkeiten [►Abschnitt 8.1, Seite 221] verwenden.

1. **ACHTUNG!** Überprüfen, ob der Laststufenschalterkopfdeckel mit einem Flansch zum Anbau eines Druckentlastungsventils ausgestattet ist. In diesem Fall ist der Betrieb ohne Druckentlastungsventil unzulässig und kann zu Schäden am Laststufenschalter führen.
   ⇨ Für diesen Laststufenschalter zugelassenes Druckentlastungsventil an Laststufenschalterkopf anbauen.
2. Verbindungsleitung zwischen dem Rohrleitungsanschluss E2 und einem der Rohrleitungsanschlüsse R, S oder Q herstellen, um gleiche Druckverhältnisse im Ölgefäß und Transformator während der Evakuierung sicherzustellen.

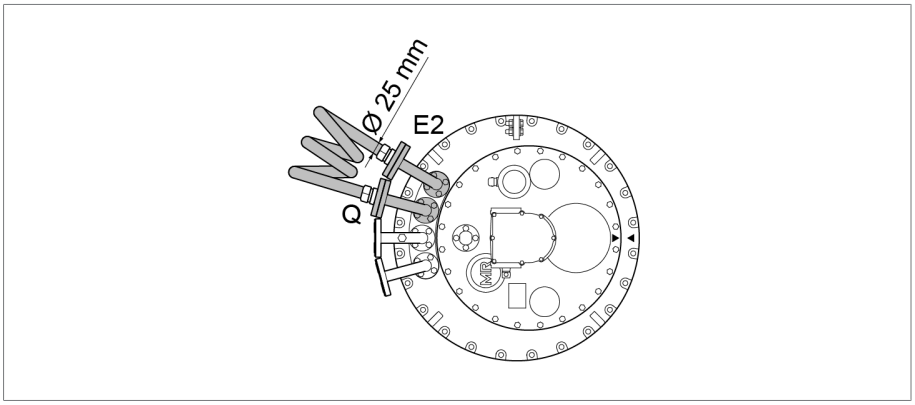


Abbildung 232: Verbindungsleitung zwischen E2 und Q

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

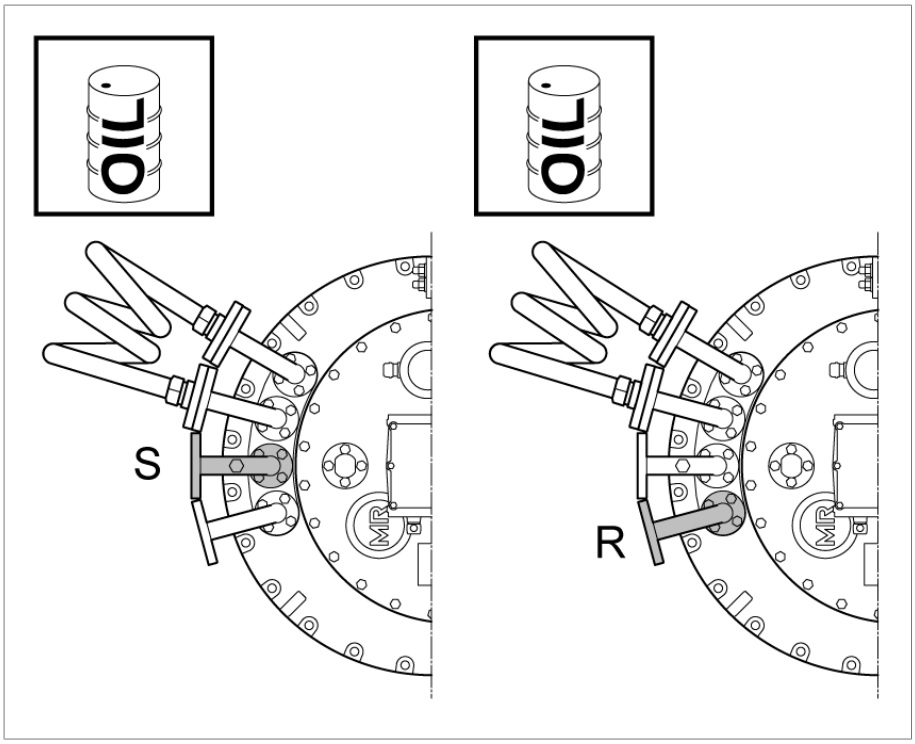


Abbildung 233: Rohrleitungsanschluss S und R

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

6.3.2 Laststufenschalterkopf und Saugleitung entlüften

6.3.2.1 Laststufenschalterkopf entlüften

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

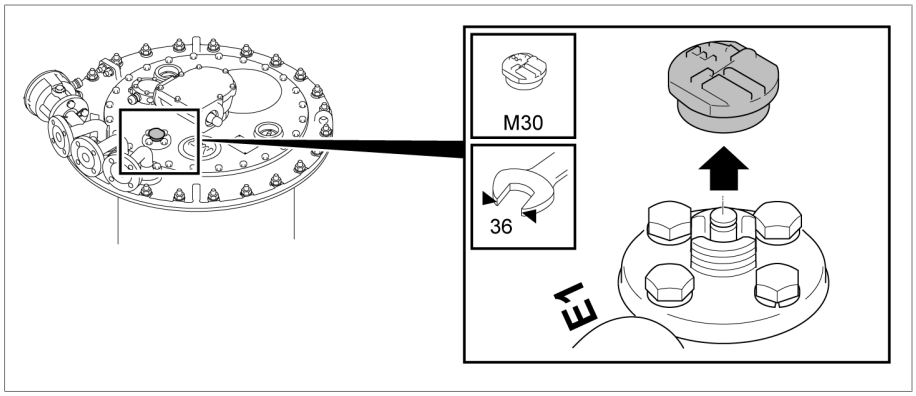


Abbildung 234: Schraubkappe

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

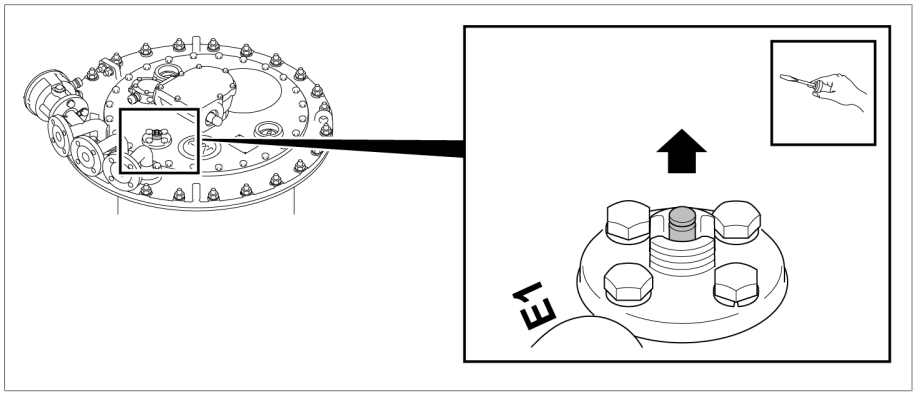


Abbildung 235: Ventilstößel

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

6.3.2.2 Saugleitung am Rohrleitungsanschluss S entlüften

1. Schraubkappe am Rohrleitungsanschluss S entfernen.

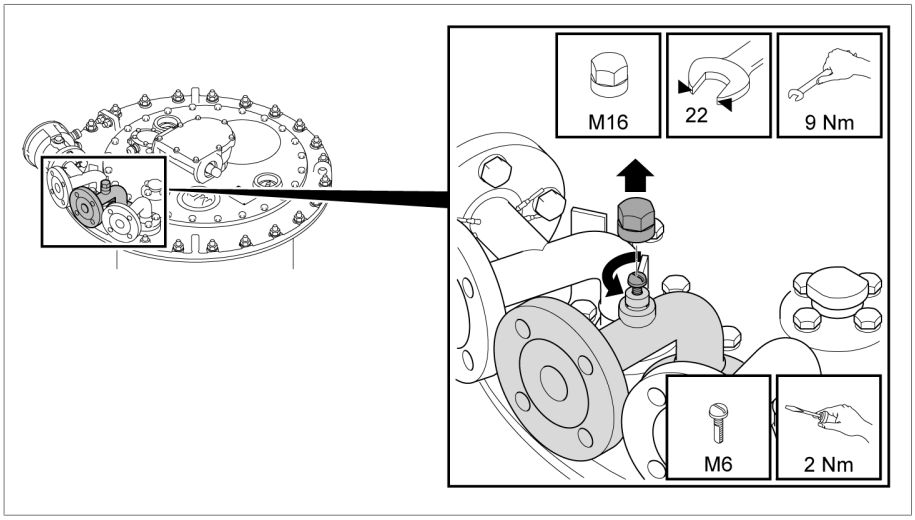


Abbildung 236: Schraubkappe

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

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

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

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

1. Transformator auf der Oberspannungsseite und der Unterspannungsseite erden. Sicherstellen, dass die Arbeitserde am Transformator während der Prüfung nicht aufgehoben wird.
2. Sicherstellen, dass der Transformator während der Prüfung spannungslos bleibt.

3. Automatische Feuerlöscheinrichtung sichern.
4. Schrauben am Klemmenkastendeckel lösen und Klemmenkastendeckel abheben.
5. Schlitzschraube für Potentialanlenkung lösen und Klemmenkastendeckel mit Litze abbauen.
6. Prüftaster AUS betätigen.
7. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
8. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators nicht geschlossen werden kann.

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

    ⇨ Aktiver Schutztest.
14. Prüftaster BETRIEB betätigen, um das Schutzrelais zurückzusetzen.
15. Litze für Klemmenkastendeckel einlegen und mit Schlitzschraube befestigen.
16. Klemmenkastendeckel anbringen und mit Schrauben verschließen.

6.3.4.2 Schutzrelais überprüfen (RS 2004)

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

1. Sicherstellen, dass die Stauklappe in Stellung BETRIEB steht.
2. Gefahrenbereich des Transformators verlassen.
3. Leistungsschalter des Transformators bei offenen Trennern und allseitig geerdetem Transformator schließen.
4. Prüftaster AUS betätigen.
5. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter des Transformators offen ist.

   ⇨ Aktiver Schutztest

6.3.5 Druckwächter überprüfen

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

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

6.3.6 Transformator in Betrieb nehmen

- ✓ Meldekontakt für die Unterschreitung des minimalen Standes an Isolierflüssigkeit im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters ist in den Auslösestromkreis des Leistungsschalters eingeschleift.
- ✓ Schutzrelais und zusätzliche Schutzeinrichtungen sind in den Auslösestromkreis des Leistungsschalters eingeschleift.
- ✓ Motorantrieb und alle Schutzeinrichtungen funktionieren ordnungsgemäß und sind betriebsbereit.
- ✓ Das Ölgefäß des Laststufenschalters ist komplett mit Isolierflüssigkeit gefüllt.
- ✓ Alle Absperrhähne zwischen Laststufenschalter und Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters sind geöffnet.

1. Transformator einschalten.
2. ***ACHTUNG!*** Einschaltstromstöße können sowohl ein Vielfaches des Transformatornennstroms betragen als auch zu Stromverläufen mit unsymmetrischer oder nichtsinusförmiger Kurvenform führen und dadurch den Laststufenschalter bei der Lastumschaltung überlasten. Laststufenschaltungen sowohl unter Leerlaufbedingungen als auch unter Lastbedingungen erst nach vollständigem Abklingen des Einschaltstromstoßes durchführen.

7 Störungsbeseitigung

⚠ WARNUNG

Explosionsgefahr!

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

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

ACHTUNG

Schäden an Laststufenschalter und Transformator!

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

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

ACHTUNG

Schäden am Motorantrieb!

Schäden am Motorantrieb durch Kondenswasser im Schutzgehäuse des Motorantriebs.

- ► Schutzgehäuse des Motorantriebs stets dicht verschließen.
- ► Bei Betriebsunterbrechungen von mehr als 2 Wochen die 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	Siehe „Ansprechen des Schutzrelais und Transformator wieder in Betrieb nehmen“ Zusätzlich MR kontaktieren.
Auslösung des Druckentlastungsventils (z. B. MPreC®)	Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Ansprechen des Druckwächters (z. B. DW 2000)	Siehe „Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen“ Zusätzlich MR kontaktieren.
Ansprechen der Schaltüberwachungseinrichtung	Nach Ansprechen der Schaltüberwachungseinrichtung ist eine elektrische Ansteuerung des Motorantriebs nicht mehr möglich. Eine manuelle Betätigung des Motorantriebs über die Handkurbel bei eingeschaltetem Transformator ist unzulässig. Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Ansprechen der Berstscheibe im Laststufenschalterkopfdeckel	Laststufenschalter und Transformator müssen überprüft werden. Abhängig von der Ursache der Auslösung Messungen/Überprüfungen am Transformator durchführen. Zur Überprüfung des Laststufenschalters MR kontaktieren.
Auslösung des Motorschutzschalters im Motorantrieb	siehe Kapitel „Störungsbeseitigung“ in der Betriebsanleitung des Motorantriebs TAPMOTION® ED
Auslösung des Meldekontakts für die Unterschreitung des minimalen Standes an Isolierflüssigkeit im Ölausdehnungsgefäß des Laststufenschalters	Leitungssystem (Rohrleitungen etc.) und Laststufenschalterkopf auf undichte Stellen überprüfen. Stand und Qualität der Isolierflüssigkeit im Ölgefäß gemäß Betriebsanleitung für den Laststufenschalter überprüfen. Sind die Grenzwerte unterschritten, zusätzlich MR kontaktieren.
Laststufenschalter wechselt die Stufenstellung nicht (Schwergängigkeit, Höher-Tasten/Tiefer-Tasten funktionieren nicht, kein Lastumschaltersprung hörbar)	MR kontaktieren.
Keine Spannungsänderung am Transformator trotz Positionsänderung am Motorantrieb	MR kontaktieren.
Unterschiedliche Stellungsanzeige am Motorantrieb und Laststufenschalter	MR kontaktieren.
Geräusche an Antriebswelle oder Motorantrieb während des Wechsels der Stufenstellung	Korrekten Anbau der Antriebswelle gemäß Betriebsanleitung für die Antriebswelle prüfen. Korrekten Sitz der Schlauchschellen und Schutzbleche prüfen. Wenn die Geräusche vom Motorantrieb kommen, MR kontaktieren.

Fehlerbild	Maßnahme
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 8: 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

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

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

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

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 [►Abschnitt 6.3.4.1, Seite 211].
2. Transformator in Betrieb nehmen.

7.2 Ansprechen des Druckwächters und Transformator wieder in Betrieb nehmen

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzung!

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

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

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

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

7.2.1 Taster in Stellung BETRIEB

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

7.2.2 Taster in Stellung AUS

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

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

7.2.3 Transformator wieder in Betrieb nehmen

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

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

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	- 25 °C…+ 105 °C (bei Notbetrieb des Transformators bis + 115 °C)
Transporttemperatur, Lagertemperatur	- 40 °C…+ 50 °C
Trocknungstemperaturen	Siehe Montage- und Inbetriebnahmeanleitung, Kapitel „Montage“
Druckfestigkeit	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil
Isolierflüssigkeit	▪ Ungebrauchte Isolieröle aus Erdölprodukten[1)] nach IEC60296 und ASTM D3487 (äquivalente Normen auf Anfrage) ▪ Ungebrauchte Isolieröle aus anderen unberührten Kohlenwasserstoffen nach IEC60296, oder Mischungen dieser Öle mit Erdölprodukten[1)] nach IEC60296, ASTM D3487 oder äquivalenten Normen auf Anfrage ▪ Alternative Isolierflüssigkeiten, z.B. natürliche und synthetische Ester oder Silikonöle, auf Anfrage [1)] Gas-to-liquid-Öle (GTL-Öle) werden in diesem Zusammenhang als Erdölprodukte verstanden
Montagehöhe des Ölausdehnungsgefäßes	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil
Aufstellungshöhe über Meeresspiegel	Siehe Technische Daten TD 61 – Allgemeiner Teil

Tabelle 9: Zulässige Umgebungsbedingungen

8.2 Technische Daten Schutzrelais

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

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

Tabelle 10: Allgemeine technische Daten

Auslöseschalter

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

Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Öffner NC

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

Tabelle 11: 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 12: 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 13: Spannungsfestigkeit

Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Schließer NO

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

Tabelle 14: Elektrische Kennwerte

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

Tabelle 15: 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 16: **Spannungsfestigkeit**

Umgebungsbedingungen

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

Tabelle 17: Umgebungsbedingungen

8.3 Sonderausführungen Schutzrelais

8.3.1 Schutzrelais mit Auslöseschalter Wechsler CO

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

Elektrische Daten für Schutzgasmagnetschaltröhre Wechsler CO

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

Tabelle 18: Elektrische Kennwerte

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

Tabelle 19: **Schaltvermögen (Last einschalten und abschalten)**

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

Tabelle 20: Spannungsfestigkeit

8.3.2 Schutzrelais mit mehreren Schutzgasmagnetschaltröhren

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

Elektrische Daten wie Schutzgasmagnetschaltröhre Schließer NO und Öffner NC.

8.4 Technische Daten Druckwächter

Allgemeine technische Daten

Aufstellung	Freiluftausführung
Umgebungstemperatur	-40 °C…+80 °C (mechanisch)
Kabelverschraubung	M25x1,5
Schutzart	IP 55 nach IEC 60529 (geschlossenes Gerät)
Relaisantrieb	Wellrohr mit Gegendruckfeder
Öltemperatur	-40 °C…+100 °C
Gewicht	ca. 1,2 kg
Betriebsmittel	Für Standardisolierflüssigkeiten (IEC60296 und IEC60422)
Dichtungsmaterial (Öl – Luft)	VITON
Zulässiger Druckbereich (Druck absolut)	1 bar…6 bar, Vakuum nicht zulässig
Oberer Schaltdruck	3,8 ±0,2 bar (Ansprechdruck)
Unterer Schaltdruck	2,8 ± 0,2 bar
Schnappschalter	
Anschlussklemmen	Leitungsanschluss: 1…2 Leitungen pro Klemme (Ø 0,75…2,5 mm²)
Kontakte	1xNO (Schließer), 1xNC (Öffner)
Gebrauchskategorie	IEC 60947-5-1: AC 15: 230 V/1 A DC 13: 60 V/0,5 A
Maximaler Dauerstrom	10 A
Nennisolationsspannung	AC: 2,5 kV/min

Tabelle 21: Allgemeine technische Daten

8.5 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Isolierflüssigkeiten

Folgende Tabellen geben für OILTAP® 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 festgelegt worden.

Betriebsfall	U_d	H_2O
Bei Erstinbetriebnahme des Transformators	> 60 kV/2,5 mm	< 12 ppm
Im Betrieb	> 30 kV/2,5 mm	< 40 ppm
Nach Wartung	> 50 kV/2,5 mm	< 15 ppm

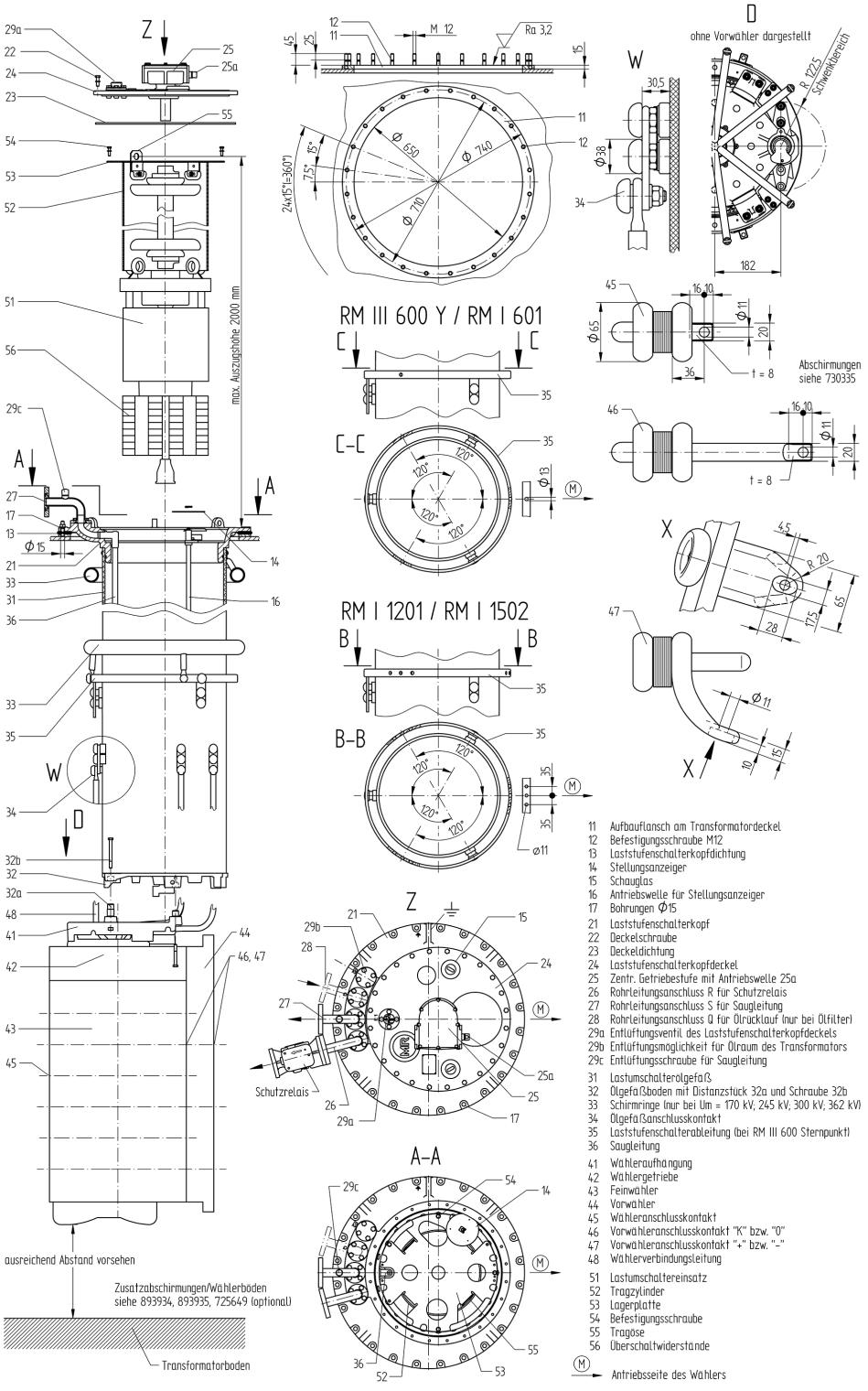
Tabelle 22: Grenzwerte für Isolierflüssigkeiten in Sternpunktanwendungen

Betriebsfall	U_d	H_2O
Bei Erstinbetriebnahme des Transformators	> 60 kV/2,5 mm	< 12 ppm
Im Betrieb	> 40 kV/2,5 mm	< 30 ppm
Nach Wartung	> 50 kV/2,5 mm	< 15 ppm

Tabelle 23: Grenzwerte für Isolierflüssigkeiten in nicht-Sternpunktanwendungen

9 Zeichnungen

9.1 OILTAP® RM, Einbauzeichnung (897597)



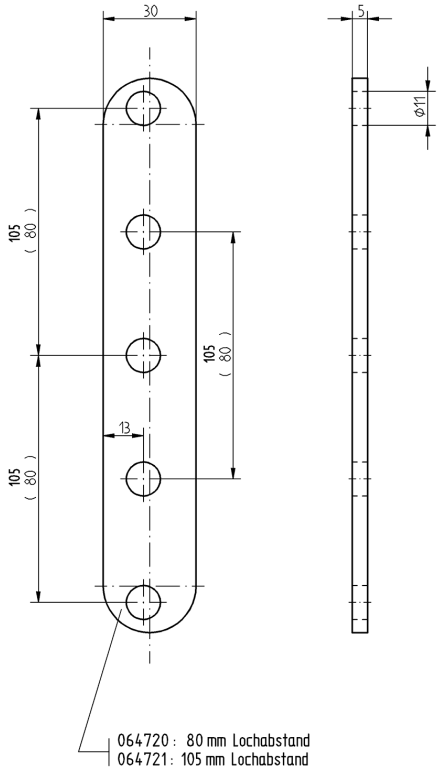
9.2 OILTAP® RM, Brücken zur Parallelschaltung von Wählerebenen (897595)

RM I 1201 Waehlerbaureihe C / D / DE

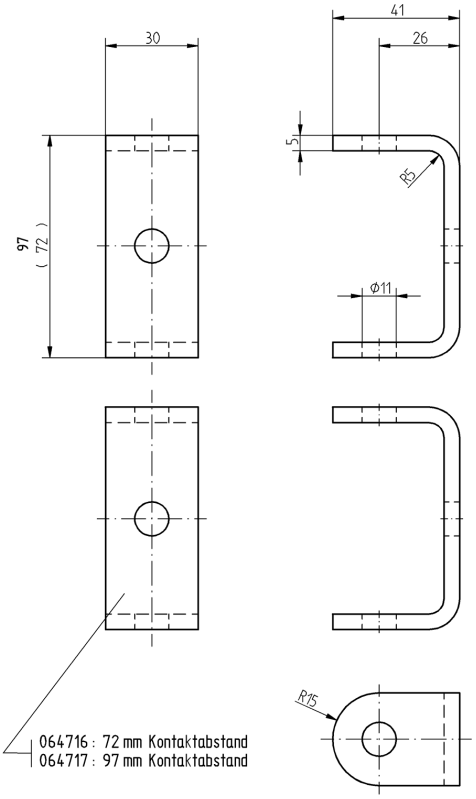
RM I 1502 Waehlerbaureihe C / D / DE

3 Waehlerebenen parallel

fuer Waehlerkontakte mit horizontaler Bohrung



fuer Waehlerkontakte mit vertikaler Bohrung



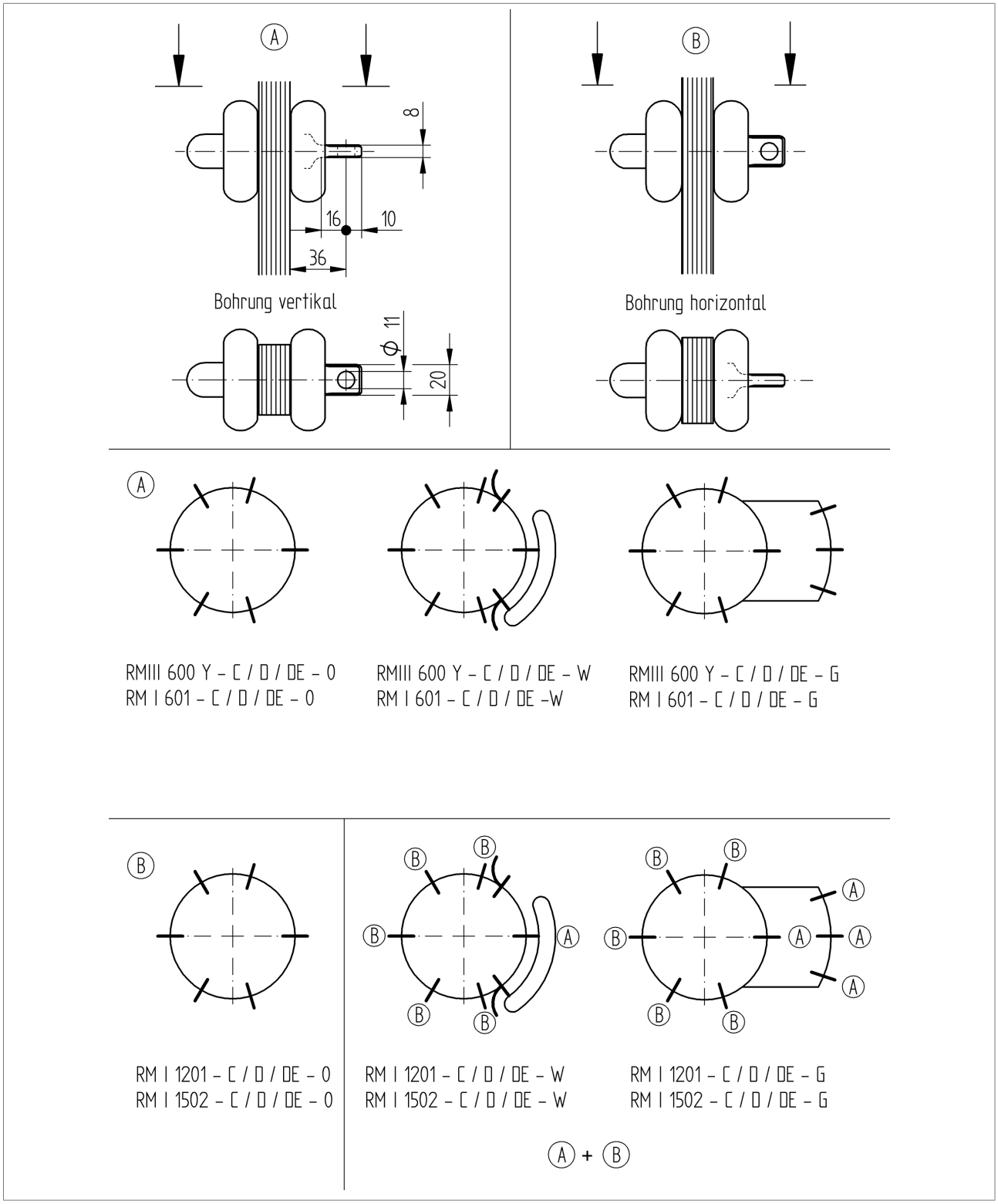
Angabe ohne Klammer : Ebenenabstand t_1 (siehe Maßzeichnung)

Angabe mit Klammer : Ebenenabstand t_2 (siehe Maßzeichnung)

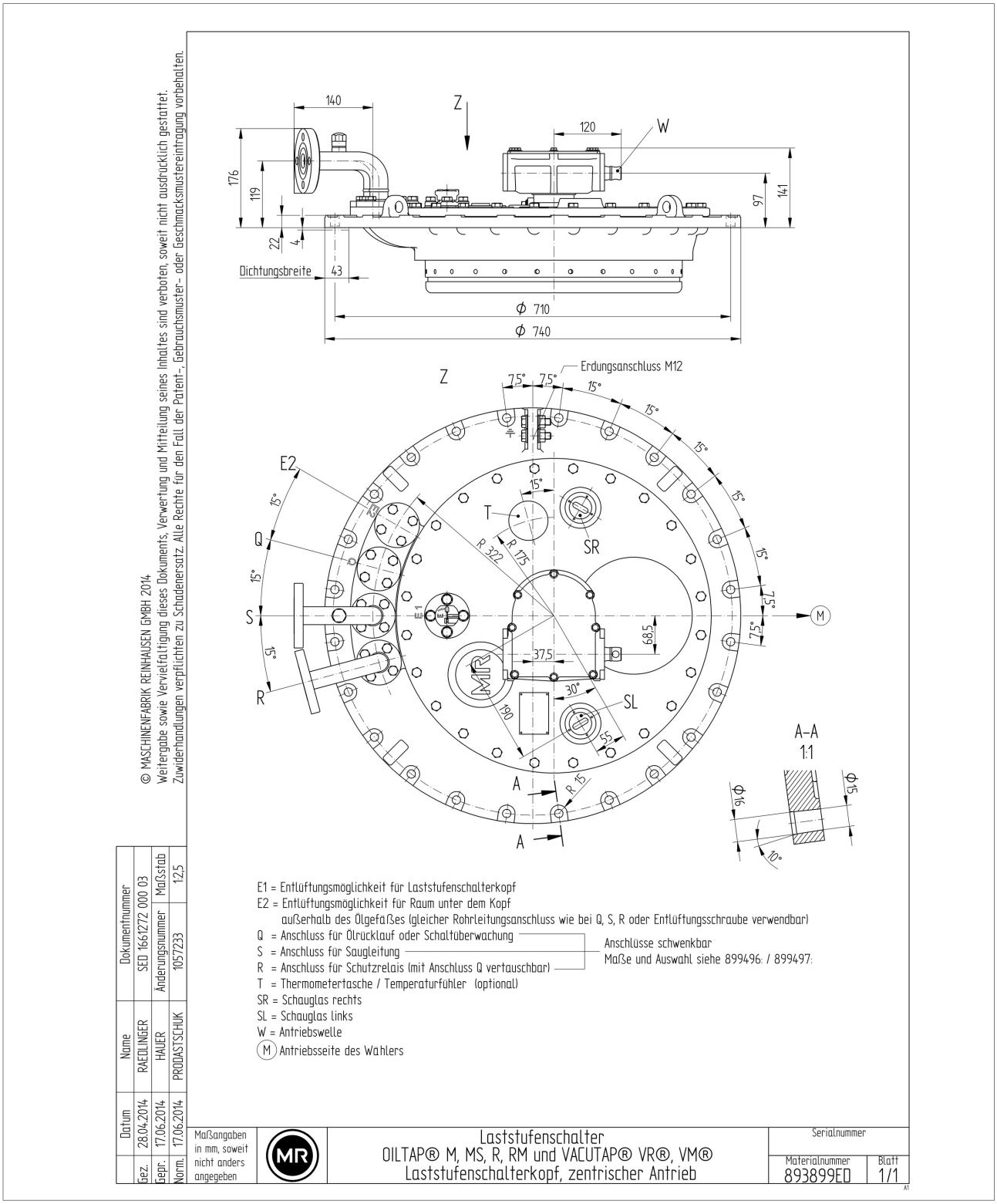
Achtung :
Parallelbruecke gehoert nicht zum Standard - Lieferumfang .

Maßstab 1 : 1

9.3 OILTAP® RM, Einbaulage der Wähleranschlusskontakte (897596)



9.4 OILTAP® RM, Laststufenschalterkopf (893899)



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

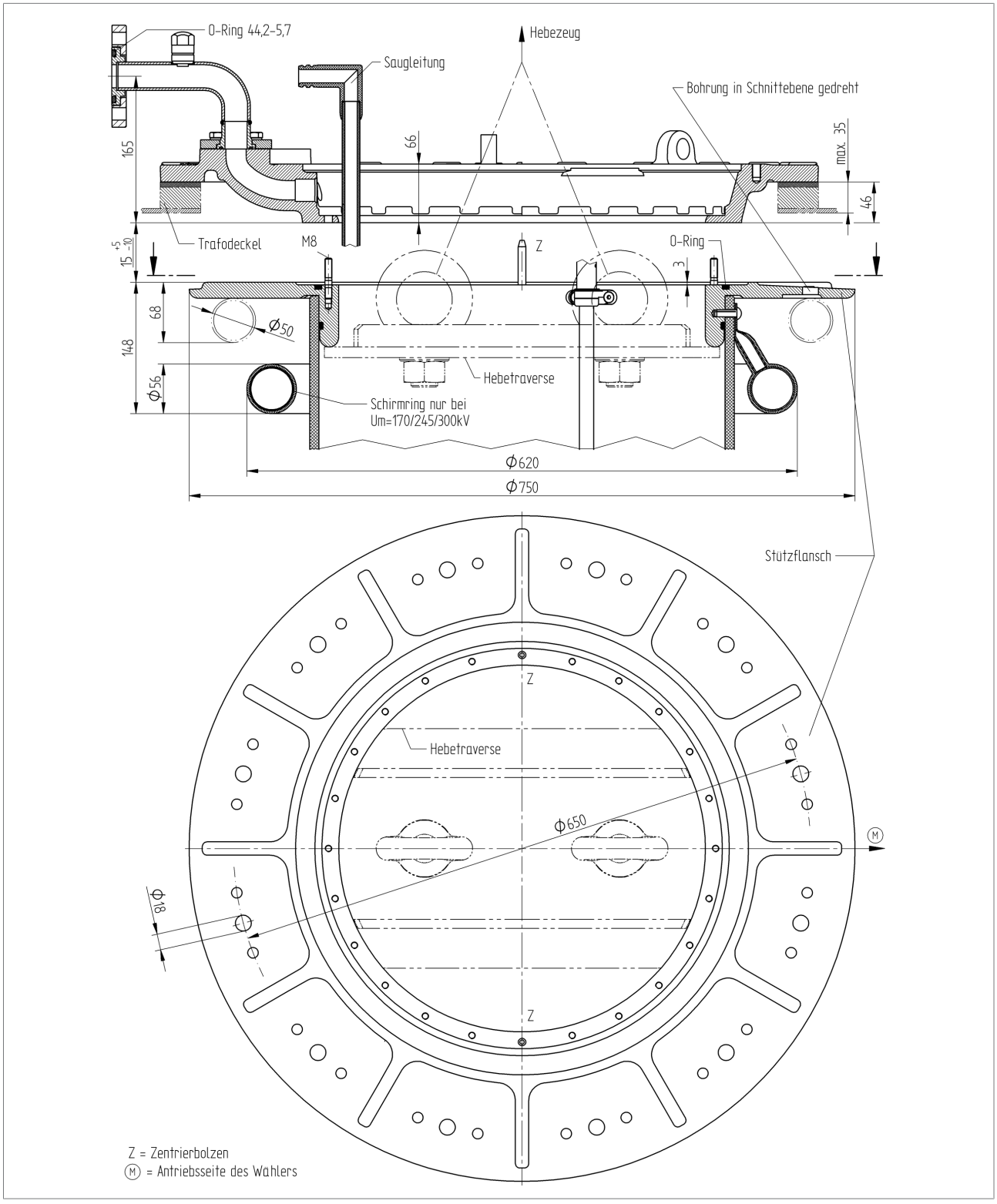
	Datum	Name	Dokumentnummer
Gez.	28.04.2014	RAEDLINGER	SED 1661272 000 03
Gepr.	17.06.2014	HAUER	Änderungsnummer / Maßstab
Norm.	17.06.2014	PRODASTSCHUK	1057233 / 12,5

Maßangaben in mm, soweit nicht anders angegeben

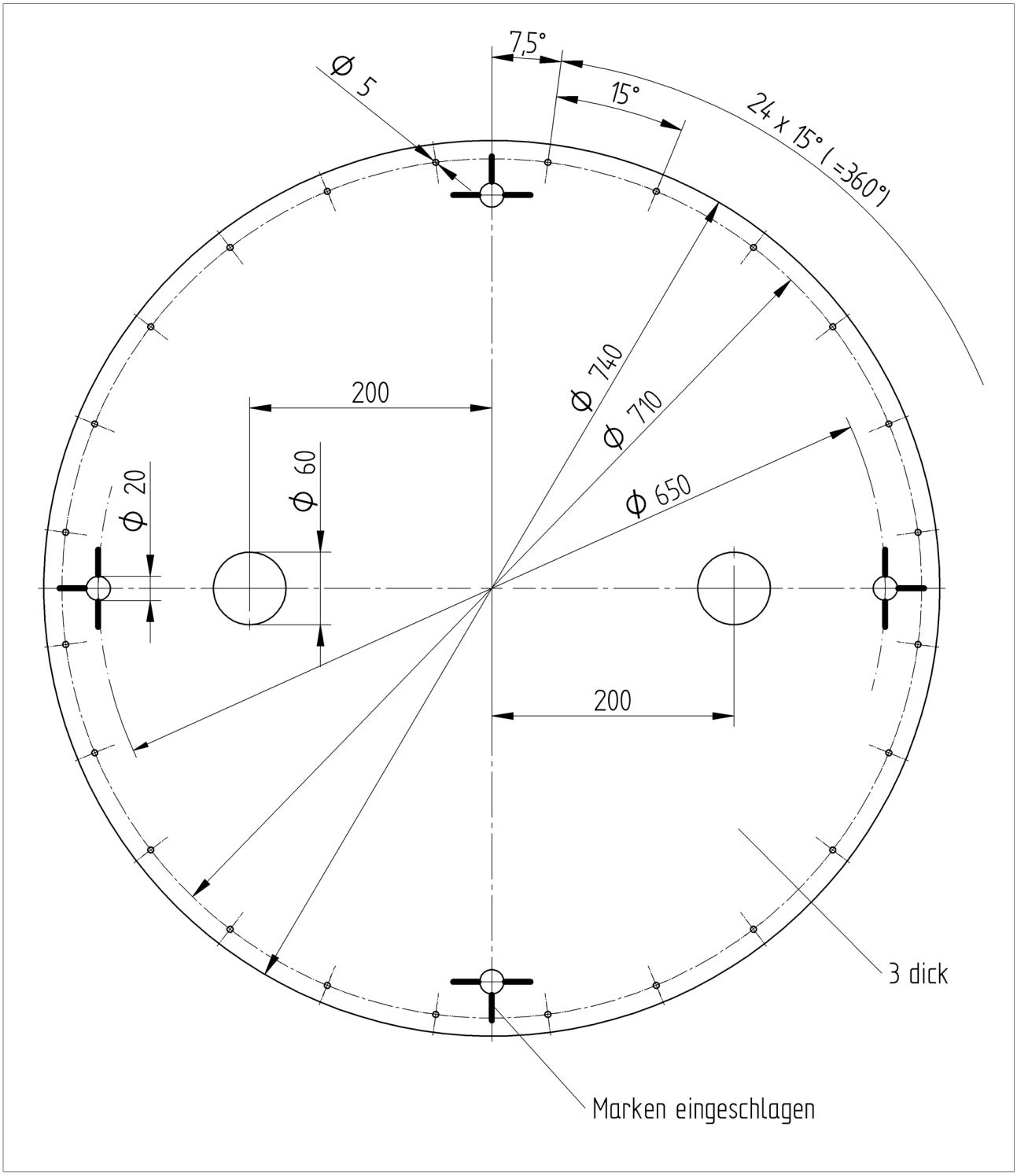
Laststufenschalter
OILTAP® M, MS, R, RM und VACUTAP® VR®, VM®
Laststufenschalterkopf, zentrischer Antrieb

Serialnummer
Materialnummer 893899ED
Blatt 1/1

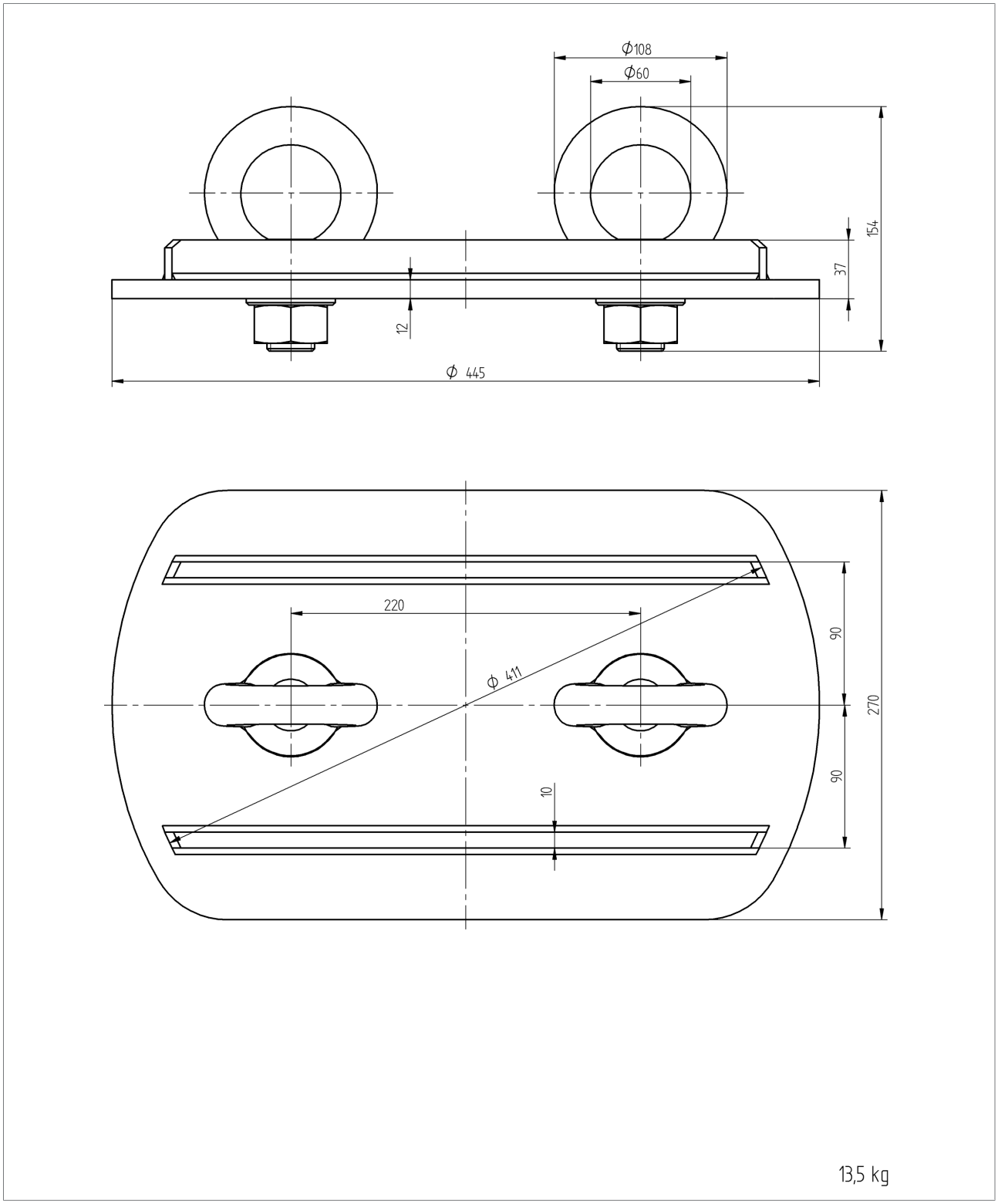
9.5 OILTAP® RM, Stützflansch für Glockenkesseleinbau (896762)



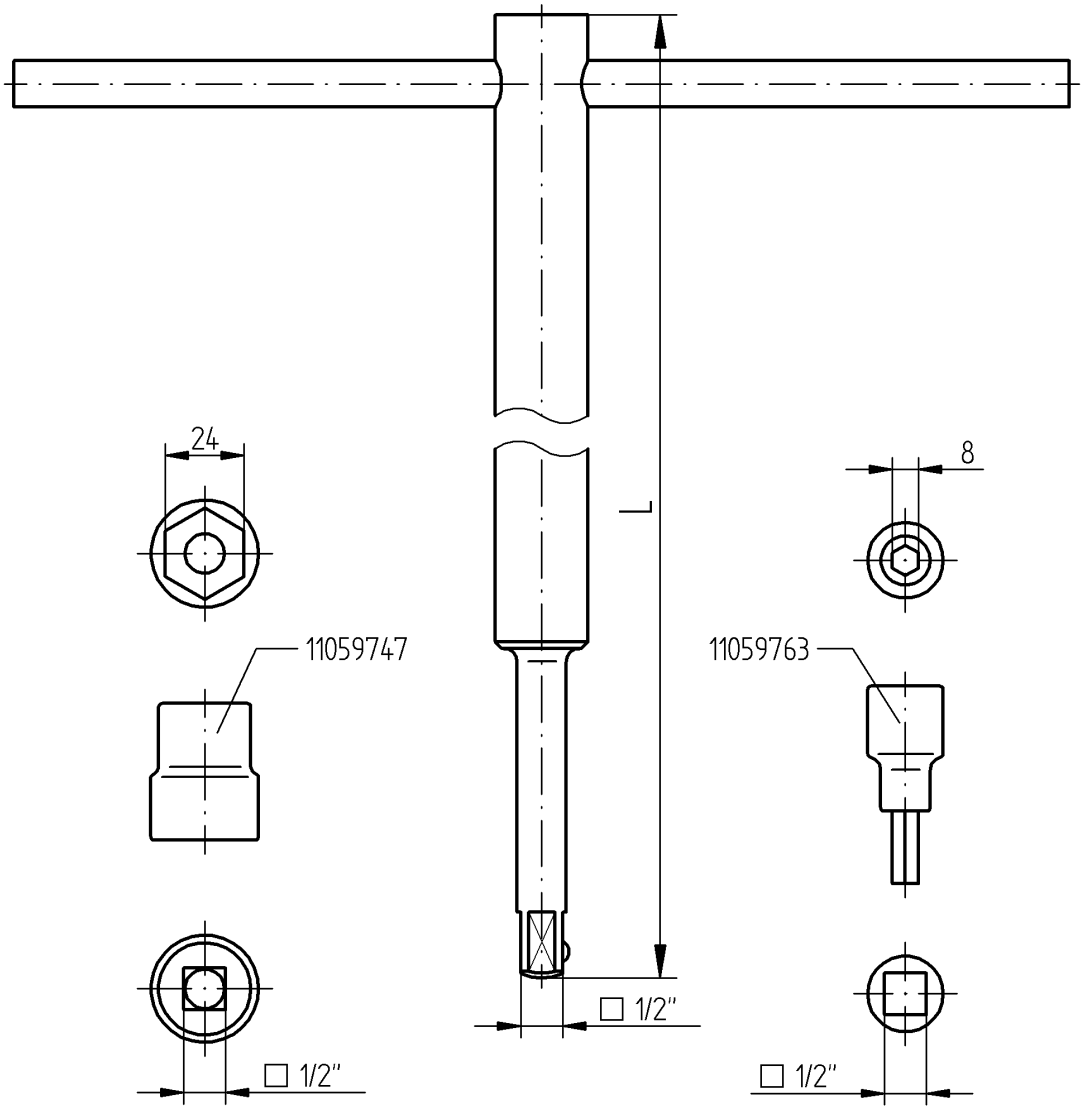
9.6 Anreißschablone für Laststufenschalterkopf (890183)



9.7 Hebetraverse für Glockenkesseleinbau (890180)

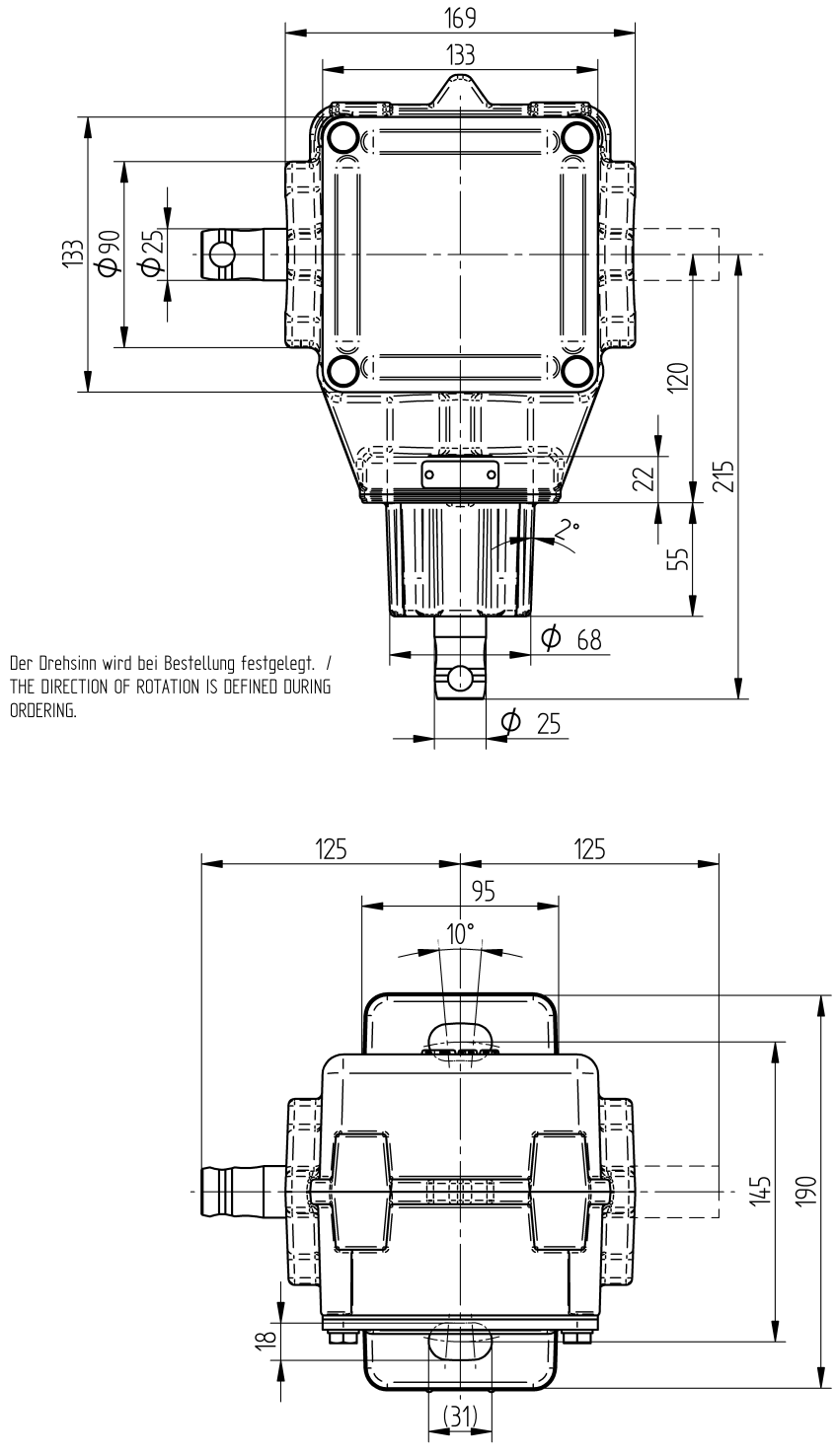


9.8 Steckschlüssel für Kerosinablassschraube (890182)



Steckschlüssel	Sach-Nr. 014820: L = 1350 mm	Sach-Nr. 017660: L = 1860 mm
Verwendbar für Laststufen-schalter	Typ M (außer M Δ) Typ MS Typ VM®	Typ M III 350 Δ / 600 Δ Typ T Typ R Typ RM Typ G Typ VR®

9.9 Winkelgetriebe CD 6400, Maßzeichnung (892916)



Glossar

CO

Wechsler (Change-Over contact)

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)

NPT

US-amerikanische Gewindenorm (National Pipe Thread)

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg

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

www.reinhausen.com

4441811/01 DE - OILTAP® RM -
- 10/21 - Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2021

THE POWER BEHIND POWER.