Laststufenschalter
ECOTAP® VPD®

Betriebsanleitung

6107891/02 DE
© Alle Rechte bei Maschinenfabrik Reinhausen
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.
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
   1.1 Hersteller ................................................................. 6
   1.2 Vollständigkeit ......................................................... 6
   1.3 Aufbewahrungsort ..................................................... 6
   1.4 Darstellungskonventionen ........................................... 6
   1.4.1 Warnkonzept ........................................................ 7
   1.4.2 Informationskonzept .............................................. 8
   1.4.3 Handlungskonzept ............................................... 8
   1.4.4 Schreibweisen ...................................................... 9

### 2 Sicherheit
   2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung .............................. 10
   2.2 Bestimmungswidrige Verwendung .............................. 11
   2.3 Grundlegende Sicherheitshinweise .............................. 12
   2.4 Qualifikation des Personals ....................................... 13
   2.5 Persönliche Schutzausrüstung ................................... 15

### 3 Produktbeschreibung
   3.1 Lieferumfang .......................................................... 17
   3.2 Funktionsbeschreibung .............................................. 17
   3.3 Varianten ................................................................. 18
   3.4 Aufbau/Ausführungen .............................................. 18
   3.4.1 ECOTAP® VPD® III ohne Vorwähler ....................... 19
   3.4.2 ECOTAP® VPD® III mit Vorwähler ......................... 21
   3.4.3 ECOTAP® VPD® I ohne Vorwähler ......................... 22

### 4 Verpackung, Transport und Lagerung
   4.1 Verpackung .............................................................. 25
   4.1.1 Eignung .............................................................. 25
   4.1.2 Markierungen ...................................................... 26
   4.2 Transport, Empfang und Behandlung von Sendungen .... 26
   4.3 Sendungen einlagern ................................................ 27
   4.4 Sendungen auspacken und auf Transportschäden kontrollieren 28
5 Montage .......................................................................................................................... 29
  5.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen ........................................... 29
  5.1.1 Befestigung ECOTAP® VPD® III ........................................................................ 30
  5.1.2 Befestigung ECOTAP® VPD® I ............................................................................ 33
  5.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen .................................... 36
  5.3 Motorantrieb und Steuereinheit montieren ................................................................. 41
  5.4 Messungen durchführen ............................................................................................ 46
  5.5 Laststufenschalter trocknen ...................................................................................... 48
  5.6 Transformator mit Öl füllen ....................................................................................... 50

6 Inbetriebnahme ................................................................................................................. 51
  6.1 Inbetriebnahme des Laststufenschalters beim Transformatorhersteller ..................... 51
  6.1.1 Prüfungen am Transformator .................................................................................. 52
  6.1.2 Automatische Justierung zurücksetzen ................................................................. 54
  6.2 Transport des Transformators zum Aufstellungsort ................................................... 55
  6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort ........................................... 56
  6.3.1 Niederspannungssammelschiene zuschalten ......................................................... 56

7 Betrieb .................................................................................................................................. 58
  7.1 Laststufenschalter überwachen .................................................................................... 58
  7.2 Bedienung von Motorantrieb und Steuereinheit ........................................................... 59

8 Störungsbeseitigung ............................................................................................................. 60

9 Wartung ................................................................................................................................ 61
  9.1 Inspektion ...................................................................................................................... 61
  9.1.1 Sichtprüfung .............................................................................................................. 62
  9.1.2 Softwarestand auslesen (F6) .................................................................................... 62
  9.1.3 Restlebensdauer auslesen (F2) ................................................................................ 62
  9.1.4 LED-Funktionstest (F3) .......................................................................................... 63
  9.1.5 Temperaturblockierung prüfen .................................................................................. 64
  9.1.6 Ölqualität .................................................................................................................. 64
  9.2 Wartung ........................................................................................................................ 64
  9.3 Pflege .............................................................................................................................. 64

10 Entsorgung .......................................................................................................................... 65
Inhaltsverzeichnis

11 Technische Daten............................................................................................................. 66
11.1 Laststufenschalterbezeichnung .................................................................................. 66
11.1.1 Laststufenschalterbezeichnung ECOTAP® VPD...................................................... 66
11.1.2 Stufenzahl und Grundschaltung.............................................................................. 66
11.2 Technische Daten des Laststufenschalters ................................................................. 67
11.3 Stufenleistungsdiagramme ......................................................................................... 69
11.4 Zulässige Spannungsbeanspruchungen ................................................................... 71
11.5 Potenzialanlenkung der Feinstufenwicklung............................................................. 76
11.6 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Laststufenschalteröl ................................................................. 77

12 Zeichnungen .................................................................................................................... 78
12.1 Hinweis zu den Anhangzeichnungen ........................................................................... 78
12.2 Maßzeichnungen ........................................................................................................ 78
12.2.1 SED_5872027 ........................................................................................................... 79
12.2.2 SED_5957148 ........................................................................................................... 82
12.2.3 SED_6330650 ........................................................................................................... 85
12.2.4 SED_6344630 ........................................................................................................... 88
12.3 Hochspannungsschaltbilder ..................................................................................... 91
12.3.1 SBI_5662910 ........................................................................................................... 92
12.3.2 SBI_5798490 ........................................................................................................... 93
12.3.3 SBI_5662912 ........................................................................................................... 94
12.3.4 SBI_5662914 ........................................................................................................... 95
12.3.5 SBI-6620632 ........................................................................................................... 96
12.3.6 SBI_6620634 ........................................................................................................... 97
1 Einleitung

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

Daneben enthält sie Sicherheitshinweise sowie allgemeine Hinweise zum Produkt.

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
Fax: (+49) 9 41/40 90-7001
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:
• Betriebsanleitung für den zugehörigen Motorantrieb mit Steuereinheit ECOTAP® VPD® MD&C
• Schaltbilder
• Routineprüfprotokoll

Beachten Sie außerdem die allgemein gültigen Gesetze, Normen und Richtlinien sowie die Vorschriften zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz des jeweiligen Verwenderlandes.

1.3 Aufbewahrungsort

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

1.4 Darstellungskonventionen

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht der verwendeten Symbole und textlichen Hervorhebungen.
1 Einleitung

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:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Signalwort</th>
<th>Bedeutung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>GEFAHR</td>
<td>Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Tod oder schwerer Verletzung führt, wenn sie nicht vermieden wird.</td>
</tr>
<tr>
<td>WARNUNG</td>
<td>Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Tod oder schwerer Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.</td>
</tr>
<tr>
<td>VORSICHT</td>
<td>Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die zu Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.</td>
</tr>
<tr>
<td>ACHTUNG</td>
<td>Kennzeichnet Maßnahmen zur Vermeidung von Sachschäden.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 1: Signalwörter in Warnhinweisen
Vor Gefahren wird mit Piktogrammen gewarnt:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Piktogramm</th>
<th>Bedeutung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>!</td>
<td>Warnung vor einer Gefahrenstelle</td>
</tr>
<tr>
<td>⚡</td>
<td>Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung</td>
</tr>
<tr>
<td>⫶</td>
<td>Warnung vor feuergefährlichen Stoffen</td>
</tr>
<tr>
<td>⚠️</td>
<td>Warnung vor Kippgefahr</td>
</tr>
<tr>
<td>⚠️</td>
<td>Warnung vor Quetschgefahr</td>
</tr>
</tbody>
</table>

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).

1.4.4 Schreibweisen
In dieser technischen Unterlage werden folgende Schreibweisen verwendet:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Schreibweise</th>
<th>Verwendung</th>
<th>Beispiel</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>VERSALIEN</td>
<td>Bedienelemente, Tasten</td>
<td>AVR MANUAL</td>
</tr>
<tr>
<td>Fett</td>
<td>Displayanzeigen/Menüs</td>
<td>P21</td>
</tr>
<tr>
<td>Kursiv</td>
<td>Systemmeldungen/LED-Anzeigen</td>
<td>LED ERROR</td>
</tr>
</tbody>
</table>

[► Seitenzahl]. Querverweis [► 41].

Tabelle 3: Schreibweisen
2 Sicherheit

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

▪ Lesen Sie diese technische Unterlage aufmerksam durch, um sich mit dem Produkt vertraut zu machen.

▪ Diese technische Unterlage ist Teil des Produkts.

▪ Lesen und beachten Sie besonders die Sicherheitshinweise in diesem Kapitel.

▪ Beachten Sie die Warnhinweise in dieser technischen Unterlage, um die funktionsbedingten Gefahren zu vermeiden.


2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung


Als bestimmungsgemäße Verwendung gilt Folgendes:

▪ Verwenden Sie den Laststufenschalter ECOTAP® VPD® ausschließlich in nach IEC 61936-1 errichteten Anlagen.

▪ Die für das Produkt gültige Norm einschließlich Ausgabejahr finden Sie auf dem Typenschild.

▪ Betreiben Sie das Produkt ausschließlich gemäß dieser technischen Unterlage und gemäß den vereinbarten Lieferbedingungen und technischen Daten.


• Laststufenschalter ECOTAP® VPD® und Motorantrieb ECOTAP® VPD® MD&C nur in dieser Kombination betreiben. Der Betrieb mit einem anderen Laststufenschalter oder Motorantrieb ist nicht zulässig.

• 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 den 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 ausgebildet und kann bei seiner Bemessungsstufenspannung $U_r$ den 2-fachen Bemessungsdurchgangsstrom $I_r$ schalten.

Eine kurzzeitige Überschreitung der Bemessungsstufenspannung $U_r$ um bis zu 10 % ist zulässig, solange der Bemessungsdurchgangsstrom $I_r$ 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.


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.

- Alle notwendigen Geräte sowie die für die jeweilige Tätigkeit erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen wie z. B. einen Helm, Arbeitsschutzschuhe, etc. tragen. Abschnitt „Persönliche Schutzausrüstung” [Abschnitt 2.5, Seite 15] beachten.
- 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.

Umgang mit Stromwandlern

Während des Betriebs eines Stromwandlers mit offenem Sekundärrstromkreis können gefährlich hohe Spannungen auftreten. Dies kann zu Verletzungen und Sachschäden führen.

- Niemals Stromwandler mit offenem Sekundärrstromkreis betreiben, deshalb Stromwandler kurzschließen.
- Die Hinweise in der Betriebsanleitung des Stromwandlers beachten.
Explosionsschutz
Leichtentzündliche oder explosionsfähige Gase, Dämpfe und Stäube können zu schweren Explosionen und Brand führen.
- Produkt nicht in explosionsgefährdeten Bereichen montieren und betreiben.

Sicherheitskennzeichnungen
Warnhinweisschilder und Sicherheitshinweisschilder sind Sicherheitskennzeichnungen am Produkt. Sie sind wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzepts.
- Alle Sicherheitskennzeichnungen am Produkt beachten.
- Alle Sicherheitskennzeichnungen am Produkt vollständig 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.

Veränderungen und Umbauten
Unerlaubte oder nicht sachgerechte Veränderungen des Produkts können zu Personenschäden, Sachschäden sowie Funktionsstörungen führen.
- Produkt ausschließlich nach Rücksprache mit dem Hersteller verändern.

Ersatzteile
Nicht vom Hersteller zugelassene Ersatzteile können zu Personenschäden, Sachschäden sowie Funktionsstörungen am Produkt führen.
- Ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Ersatzteile verwenden.
- Hersteller 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


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.

Grundsätzlich zu tragende Schutzausrüstung

<table>
<thead>
<tr>
<th>Schutzart</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Sicherheitsschuhe</td>
<td>Zum Schutz vor schweren herabfallenden Teilen und Ausrütschen auf rutschigem Untergrund.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Spezielle Schutzausrüstung bei besonderen Umgebungsbedingungen

<table>
<thead>
<tr>
<th>Schutzart</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Schutzbrille</td>
<td>Zum Schutz der Augen vor umherfliegenden Teilen und Flüssigkeitsspritzern.</td>
</tr>
<tr>
<td>Gesichtsschutzschirm</td>
<td>Zum Schutz des Gesichts vor umherfliegenden Teilen und Flüssigkeitsspritzern oder anderen gefährlichen Substanzen.</td>
</tr>
<tr>
<td>Schutzhelm</td>
<td>Zum Schutz vor herabfallenden und umherfliegenden Teilen und Materialien.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Gehörschutz
Zum Schutz vor Gehörschäden.

Schutzhandschuhe
Zum Schutz vor mechanischen, thermischen und elektrischen Gefährdungen.
3 Produktbeschreibung

In diesem Kapitel finden Sie eine Übersicht zu Aufbau und Funktionsweise des Produkts.

3.1 Lieferumfang

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

- Laststufenschalter
- Dichtung
- Befestigungsschrauben mit Sperrkantscheiben
- Typenschild (Aufkleber)
- Technische Unterlagen


Die eventuell für den Anschluss erforderlichen Crimphülsen sind nicht im Lieferumfang enthalten.

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 25].

3.2 Funktionsbeschreibung

Laststufenschalter dienen zur Einstellung der gewünschten Anzapfung einer Stufenwicklung unter Last.

Der Laststufenschalter basiert auf dem Widerstandsschnellschalterprinzip und nutzt Vakuumzellen, um unter Last die Stufenstellung zu verändern. Dabei wird der Lichtbogen isoliert in einer Vakuumzelle gelöscht, wodurch Verunreinigungen im Öl vermieden werden.
3.3 Varianten

Der ECOTAP® VPD® ist lieferbar als 3-phasige oder 1-phasige Ausführung.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Typ</th>
<th>ECOTAP® VPD® III</th>
<th>ECOTAP® VPD® I</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Maximaler Bemessungsduchgangsstrom $I_m$</td>
<td>30 A</td>
<td>30 A</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>100 A</td>
<td>100 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Höchste Spannung für Betriebsmittel $U_m$</td>
<td>36 kV</td>
<td>36 kV</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>40,5 kV</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Option Vorwähler</td>
<td>Ja</td>
<td>Nein</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 4: Varianten ECOTAP® VPD®

Bei der 1-phasigen Ausführung sind die Anschlusskontakte je nach Bestellung auf der linken oder rechten Seite angeordnet. Abbildungen hierzu finden Sie im Abschnitt „ECOTAP® VPD® I ohne Vorwähler“ [Abschnitt 3.4.3, Seite 22].

Beachten Sie für den korrekten Anschluss das mitgelieferte auftragsspezifische Schaltbild.

Weitere wichtige Hinweise finden Sie im Kapitel „Technische Daten“ [Abschnitt 11, Seite 66].

3.4 Aufbau/Ausführungen

Den Aufbau und die Bezeichnung der wichtigsten Laststufenschalterkomponenten können Sie den nachfolgenden Darstellungen entnehmen. Weitere Details finden Sie in den Maßzeichnungen im Anhang.
3.4.1 ECOTAP® VPD® III ohne Vorwähler

Der Laststufenschalter ohne Vorwähler verfügt über 9 Betriebsstellungen.

Abbildung 1: Frontansicht ECOTAP® VPD® ohne Vorwähler

<table>
<thead>
<tr>
<th>1 Motorantrieb</th>
<th>2 Typenschild</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>3 Dichtmodul</td>
<td>4 Anschlusskontakt</td>
</tr>
<tr>
<td>5 O-Ring-Dichtung</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Abbildung 2: Rückansicht ECOTAP® VPD® ohne Vorwähler

1 Baugruppe Lastumschalter mit Überschaltwiderstand und Vakuumschaltröhre
2 Baugruppe Wähler
3.4.2 ECOTAP® VPD® III mit Vorwähler

Der Laststufenschalter mit Vorwähler verfügt über 17 Betriebsstellungen.

Abbildung 3: Frontansicht ECOTAP® VPD® mit Vorwähler

<p>| | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Motorantrieb</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Dichtmodul</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>O-Ring-Dichtung</td>
</tr>
</tbody>
</table>
3.4.3 **ECOTAP® VPD® I ohne Vorwähler**

Der 1-phasige Laststufenschalter ist nur ohne Vorwähler erhältlich und verfügt über 9 Betriebsstellungen.
1-phasige Laststufenschalter mit Anschlusskontakten auf der linken Seite

Abbildung 5: Frontansicht ECOTAP® VPD® I, Anschlusskontakte links

<p>| | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Dichtmodul</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Motorantrieb</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>O-Ring-Dichtung</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Anschlusskontakt</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Abbildung 6: Rückansicht ECOTAP® VPD® I, Anschlusskontakte links

<p>| | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Baugruppe Wähler</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Baugruppe Lastumschalter mit Überschaltwiderstand und Vakuumschaltröhre</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Typenschild</td>
</tr>
</tbody>
</table>
1-phasige Laststufenschalter mit Anschlusskontakten auf der rechten Seite

Abbildung 7: Frontansicht ECOTAP® VPD® I, Anschlusskontakte rechts

1 Motorantrieb  
2 Typenschild  
3 Dichtmodul  
4 Anschlusskontakt  
5 O-Ring-Dichtung

Abbildung 8: Rückansicht ECOTAP® VPD® I, Anschlusskontakte rechts

1 Baugruppe Lastumschalter mit Überschaltwiderstand und Vakuumschaltröhre  
2 Baugruppe Wähler
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.

4.1.2 Markierungen


- Vor Nässe schützen
- Oben
- Zerbrechlich
- Hier anschlagen
- Schwerpunkt

Tabelle 5: Geltende Bildzeichen für den Versand

4.2 Transport, Empfang und Behandlung von Sendungen

**WARNUNG**

Lebensgefahr und Gefahr von Sachschäden!

Lebensgefahr und Gefahr von Sachschäden 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 Fracht päpirure 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.
- Protokolliere 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 Korrosionerscheinungen am Packgut durch eingedrungene Feuchtigkeit (Regen, Schnee, Kondenswasser).
- 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. Versicherungs technisch 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 trockenem Isolieröl, wenn das Packgut nicht bereits unter Öl geliefert wurde.
4 Verpackung, Transport und Lagerung

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!** Kiste verpackt bis zu der Stelle transportieren, an welcher der Einbau des Packguts erfolgt. Dichtverpackung erst unmittelbar vor dem Einbau öffnen. Andernfalls kommt es zu Schäden am Packgut durch unwirksame Dichtverpackung.

▪ Beipack anhand des Lieferscheins auf Vollständigkeit prüfen.
5 Montage

5.1 Laststufenschalter am Transformatordeckel befestigen

**ACHTUNG**

Schäden an Laststufenschalter und Transformator!

Schäden an Laststufenschalter und Transformator durch elektrischen Über- schlag aufgrund zu geringem Abstand zum Motorantrieb!

► Achten Sie bei der Positionierung der Öffnung im Transformator auf aus- reichenden Abstand zu benachbarten unter Spannung stehenden Teilen.

Laststufenschalter waagerecht mit dem Dichtmodul an den Transformator- deckel montieren.

Die Fläche an der Unterseite des Transformatordeckels, an der später der O-Ring des Dichtmoduls anliegt, nicht lackieren. Es ist nur eine Grundie- rung zulässig.

1. Öffnung für Dichtmodul sowie Löcher für Befestigungsschrauben im Transformatordeckel vorsehen. Die Maße und Position sind aus der Maß- zeichnung im Anhang ersichtlich.


4. Laststufenschalter von unten durch die Öffnung im Transformatordeckel führen.

5. Schrauben gleichmäßig von Hand kreuzweise anziehen. Schrauben mit Voranzugsmoment 9 Nm kreuzweise anziehen.


7. Schrauben bis zum vollen Anzugsmoment 16 Nm kreuzweise anziehen.

8. Schrauben nacheinander im Uhrzeigersinn nochmals mit vollem Anzugs- moment anziehen, bis sich keine Schraube mehr weiterdreht.
5.1.1 Befestigung ECOTAP® VPD® III

**ACHTUNG**

**Schäden an Laststufenschalter und Transformator!**

Der Laststufenschalter ist nur für den Betrieb in vollständig mit Isolierflüssigkeit gefüllten Transformatoren zugelassen. Bei Nichtbeachtung kann es zu Spannungsüberschlägen kommen, die Laststufenschalter und Transformator stark beschädigen.

► Der Einsatz in Hermetiktransformatoren mit Gaspolster unterhalb des Transformatordeckels ist nur mit einer entsprechenden Sonderausführung zulässig.

Laststufenschalter waagerecht mit dem Dichtmodul an den Transformatordeckel montieren.

Die Fläche an der Unterseite des Transformatordeckels, an der später der O-Ring des Dichtmoduls anliegt, nicht lackieren. Es ist nur eine Grundierung zulässig.

1. Öffnung für Dichtmodul sowie Löcher für Befestigungsschrauben im Transformatordeckel vorsehen. Die Maße und Position sind aus der Maßzeichnung im Anhang ersichtlich.

Abbildung 9: Ansicht Oberseite Transformatordeckel mit Öffnung für Dichtmodul

Abbildung 10: O-Ring-Dichtung

3. **VORSICHT!** Schrauben wie nachfolgend beschrieben schrittweise über Kreuz anziehen und auf eine verspannungsfreie Befestigung achten. Eine unsachgemäße Verschraubung führt zu Schäden am Laststufenschalter.

4. Laststufenschalter von unten durch die Öffnung im Transformatordeckel führen.

5. Schrauben gleichmäßig von Hand kreuzweise anziehen. Schrauben mit Voranzugsmoment 9 Nm kreuzweise anziehen.

7. Schrauben bis zum vollen Anzugsmoment 16 Nm kreuzweise anziehen.

Abbildung 11: Befestigung Laststufenschalter

<table>
<thead>
<tr>
<th>Voranzugsmoment</th>
<th>9 Nm</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Volles Anzugsmoment</td>
<td>16 Nm</td>
</tr>
</tbody>
</table>

8. Schrauben nacheinander im Uhrzeigersinn nochmals mit vollem Anzugsmoment anziehen, bis sich keine Schraube mehr weiterdreht.
5.1.2 Befestigung ECOTAP® VPD® I

**ACHTUNG**

**Schäden an Laststufenschalter und Transformator!**

Der Laststufenschalter muss vollständig in Isolierflüssigkeit eingetaucht sein. Befinden sich spannungsführende Teile des Laststufenschalters an Luft, so kann es zu Spannungsschlägen kommen, die Laststufenschalter und Transformator stark beschädigen.

- Der Einsatz in Hermetiktransformatoren mit Gaspolster ist nur mit ausreichendem Abstand des Gaspolsters zu Laststufenschalter und Anschlusskontakten zulässig.
- Der Abstand zum Gaspolster muss sicherstellen, dass der Laststufenschalter in jeder Betriebssituation vollständig in Isolierflüssigkeit eingetaucht ist.

Laststufenschalter senkrecht mit dem Dichtmodul an der Transformatorseite montieren.

Die Fläche an der Innenseite der Transformatorseite, an der später der O-Ring des Dichtmoduls anliegt, nicht lackieren. Es ist nur eine Grundierung zulässig.

1. Öffnung für Dichtmodul sowie Löcher für Befestigungsschrauben an der Transformatorseite vorsehen. Die Maße und Position sind aus der Maßzeichnung im Anhang ersichtlich.

Abbildung 12: Ansicht Transformatorseite mit Öffnung für Dichtmodul
2. Dichtungsflächen an Dichtmodul und Transformatoreitenwand säubern. Mitgelieferten O-Ring in Dichtmodul einlegen.

Abbildung 13: O-Ring-Dichtung

3. **VORSICHT!** Schrauben wie nachfolgend beschrieben schrittweise über Kreuz anziehen und auf eine verspannungsfreie Befestigung achten. Eine unsachgemäße Verschraubung führt zu Schäden am Laststufenschalter.

4. Laststufenschalter seitlich von innen durch die Öffnung in der Transformatoreitenwand führen.

5. Schrauben gleichmäßig von Hand kreuzweise anziehen. Schrauben mit Voranzugsmoment 9 Nm kreuzweise anziehen.

7. Schrauben bis zum vollen Anzugsmoment 16 Nm kreuzweise anziehen.

8. Schrauben nacheinander im Uhrzeigersinn nochmals mit vollem Anzugsmoment anziehen, bis sich keine Schraube mehr weiterdreht.
5.2 Stufenwicklung und Laststufenschalterableitung anschließen

**ACHTUNG**

Schäden am Laststufenschalter durch nicht fachgerechte Montage!

Durch Montagefehler wird der Laststufenschalter beschädigt und der sichere Betrieb gefährdet.

► Anschlussleitungen verspannungsfrei anschließen und sicherstellen, dass von den Anschlussleitungen keine Kräfte auf den Laststufenschalter übertragen werden.

► Zur Absicherung der Spannungsfestigkeit dem Transformatordeckel oder der Transformatorseite zugewandte Anschlussleitungen einschließlich Verbindungsstellen mindestens 3 mm papierisolieren.

► Ein Biegen der Anschlusskontakte kann die Spannungsfestigkeit gemäß der Spezifikation im Kapitel „Technische Daten“ [Abschnitt 11.4, Seite 71] beeinträchtigen und die Bemessungsstehspannungen reduzieren! Stellen Sie sicher, dass die in der Anwendung erforderliche Spannungsfestigkeit auch nach der Montage noch gewährleistet ist.

► Die nachfolgende Grafik zeigt besonders kritische Bereiche für die Isola­tionsabstände. Vermeiden Sie, die Anschlusskontakte in diese kritischen Bereiche hinein zu biegen.
Laststufenschalter ECOTAP® VPD® III ohne Vorwähler

Abbildung 15: Isolationsabstände für ECOTAP® VPD®-III ohne Vorwähler

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Transformerdeckel</td>
<td>Kritischer Bereich: Abstand zu geerdeten Teilen</td>
<td>Kritischer Bereich: Abstand zwischen den Phasen</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Laststufenschalter ECOTAP® VPD® III mit Vorwähler

Abbildung 16: Isolationsabstände für ECOTAP® VPD®-III mit Vorwähler

<p>| | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Transformatordeckel</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Kritischer Bereich: Abstand zu geerdeten Teilen</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Kritischer Bereich: Abstand zwischen den Phasen</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Laststufenschalter ECOTAP® VPD® I ohne Vorwähler

Abbildung 17: Isolationsabstände für ECOTAP® VPD®-I ohne Vorwähler

1 Transformatorseitenwand
2 Tragstab
3 Kritischer Bereich: Abstand zu geerdeten Teilen

**ACHTUNG**

Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäß ausgeführte Crimp-Anschlüsse!

Unsachgemäß ausgeführte Crimp-Anschlüsse gefährden den sicheren Betrieb.

► Crimp-Anschlüsse gemäß DIN EN 61238-1 ausführen.
► Bei Crimpverbindungen ist ein Kürzen der Anschlusskontakte um maximal 6 cm zulässig.
Schäden am Laststufenschalter durch unsachgemäß ausgeführte Lötverbindungen!

Unsachgemäß ausgeführte Lötverbindungen gefährden den sicheren Betrieb.
► Ein Kürzen der Anschlusskontakte ist nicht zulässig.
► Die Lötverbindung darf nur am Ende der Anschlusskontakte (ca. 30 mm) erfolgen.
► Entsprechend den verwendeten Materialien die korrekte Wärmeeinbringung sicherstellen, um sowohl kalte Lötstellen als auch thermische Schäden des Laststufenschalters zu verhindern.
► Darauf achten, dass an den Verbindungsstellen keine scharfen Kanten oder Spitzen entstehen. Diese können zu einer lokalen Verdichtung der Feldstärke und in Folge zu Teilentladungen führen.
► Flusssmittelrückstände entfernen.

Unter Beachtung dieser Sicherheitshinweise können Sie die Anschlussverbindungen gemäß dem mitgelieferten auftragsspezifischen Schaltbild herstellen. Dieses Schaltbild enthält auch die genaue Zuordnung der einzelnen Anschlussteile des Laststufenschalters.

1. Dazu die Leitungen zur Stufenwicklung und die Laststufenschalterableitungen verspannungsfrei durch Crimpen oder Löten mit den Anschluskontakte des Laststufenschalters verbinden.

Abbildung 18: Anschluss Stufenwicklung (Beispiel für ECOTAP® VPD® III)
5 Montage

Abbildung 19: Anschluss Stufenwicklung (Beispiel für ECOTAP® VPD® I)


Bei Fragen zur Ausführung der Anschlussverbindungen kontaktieren Sie bitte den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.

5.3 Motorantrieb und Steuereinheit montieren

Zur Vorbereitung müssen Sie sicherstellen, dass sich der Laststufenschalter in einer definierten Betriebsstellung befindet.

1. **GEFAHR!** Die Prüfung der Betriebsstellung durchführen, bevor der Transformator in Betrieb genommen wird oder sicherstellen, dass der Transformator spannungsfrei und gegen Wiedereinschalten gesichert ist. Missachtung kann zu Tod oder schweren Verletzungen führen!
2. Transportsicherungsplatte demontieren und aufbewahren. Das Dichtmodul nicht für längere Zeit offen stehen lassen, um Verschmutzungen und Beschädigungen der Mechanik zu vermeiden.

Abbildung 20: Demontage Transportsicherungsplatte


Abbildung 21: Entfernen Aufkleber

Abbildung 22: Prüfen Betriebsstellung (Beispieldarstellung)

5. Zusätzlich die Position der Welle des Laststufenschalters prüfen. Wenn die vorausgegangene Laststufenschaltung korrekt beendet worden ist, zeigt der Pfeil an der Nockenscheibe \textbf{1} zum Pfeil in der Abdeckung \textbf{2}.

Abbildung 23: Position Welle des Laststufenschalters

\(\Rightarrow\) Wenn die Welle des Laststufenschalters in dieser Position steht, befindet sich der Laststufenschalter in einer definierten Betriebsstellung. Andernfalls die Position wie nachfolgend beschrieben korrigieren.


Abbildung 24: Entnahme Notantriebswelle


Abbildung 25: Aufsetzen Notantriebswelle


Abbildung 26: Betätigung Notantriebswelle
10. **ACHTUNG!** Bei jeder Stufenschaltung mit der Notantriebswelle solange in eine Richtung drehen, bis eine komplette Umdrehung erfolgt ist und der Pfeil an der Nockenscheibe (1) wieder zum Pfeil in der Abdeckung (2) zeigt. Andernfalls ist die Stufenschaltung nicht korrekt beendet, was zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator führen kann.

Abbildung 27: Position Welle des Laststufenschalters

⇒ Die aktuelle Betriebsstellung wird durch das Steuerrad angezeigt.

Abbildung 28: Prüfen Betriebsstellung (Beispieldarstellung)


Abbildung 29: Zurückstecken Notantriebswelle

12. Dichtmodul mit der Transportsicherungsplatte verschließen, wenn der Motorantrieb nicht sofort montiert wird.
Motorantrieb und Steuereinheit müssen Sie mehrmals montieren und demontieren:


Die Beschreibung der Montage, Inbetriebnahme und Prüfung von Motorantrieb und Steuereinheit finden Sie in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C.

### 5.4 Messungen durchführen

**WARNUNG**

Stromschlag durch Fehlbedienung!

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzungen durch Stromschlag!

► Messungen nur bei spannungsfreiem Transformator durchführen.
► Stufenschaltung nur mit der Steuereinheit durchführen.
► Stufenschaltungen durch Betätigung mit der Notantriebswelle sind während dieser Prüfung nicht zulässig.

**ACHTUNG**

Schäden an Motorantrieb und Laststufenschalter!

Schäden an Laststufenschalter und Transformator durch unsachgemäße Übersetzungsmessung!

► Laststufenschalter ohne vollständige Ölfüllung nicht öfter als 100-mal schalten.
► Laststufenschalter ausschließlich mit Hilfe der Steuereinheit schalten.
► Notantriebswelle nur zur Störungsbeseitigung [Abschnitt 8, Seite 60] einsetzen und niemals mit einer Bohrmaschine betreiben.
Führen Sie vor dem Trocknen des Transformators die Übersetzungsmessung und die Gleichstromwiderstandsmessung wie nachfolgend beschrieben durch.

Voraussetzung ist die korrekte Montage und Inbetriebnahme von Motorantrieb und Steuereinheit gemäß der Betriebsanleitung für Motorantrieb ECOTAP® VPD® MD&C. Dort finden Sie auch weitere Details zu den erforderlichen Probeschaltungen, der automatischen Justierung und zur Bedienung der Steuereinheit.

Übersetzungsmessung durchführen

1. ▼ auf Steuereinheit drücken, um den Handbetrieb zu aktivieren.
   ⇒ LED über der Taste leuchtet auf.

2. So oft ▲ oder ▼ drücken, bis die gewünschte Betriebsstellung erreicht ist.
   ⇒ Die neue Betriebsstellung wird auf der Steuereinheit angezeigt.

3. Übersetzungsmessung in allen Betriebsstellungen durchführen.
   ⇒ Nach Überprüfung der Messergebnisse ist die Übersetzungsmessung abgeschlossen.
Überprüfen Sie die Transformatorkonfiguration gemäß den mitgelieferten Schaltbildern, wenn die Stufenschaltung nicht in die gewünschte Richtung erfolgt.

Das Verhalten der Steuerung (niedrigste Spannung bei kleiner bzw. größter Stellung) kann über die Parametrierung entsprechend angepasst werden. Folgen Sie dazu der Beschreibung in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C, Abschnitt „Fahrbefehle invertieren“.

**Gleichstromwiderstandsmessung durchführen**

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

Beachten Sie die maximal zulässigen Messströme für den Laststufenschalter bei der Gleichstromwiderstandsmessung am Transformatorkessel:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Maximal zulässiger Messstrom</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Transformatkessel leer</td>
<td>maximal 10 A DC</td>
</tr>
<tr>
<td>Transformatkessel mit Isolieröl gefüllt</td>
<td>maximal 10 A DC</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Führen Sie die Gleichstromwiderstandsmessung wie folgt durch:

1. Der Anschluss auf Steuereinheit drücken, um den Handbetrieb zu aktivieren.
   - LED über der Taste leuchtet auf.
2. So oft oder drücken, bis die gewünschte Betriebsstellung erreicht ist.
   - Die neue Betriebsstellung wird auf der Steuereinheit angezeigt.
   - Nach Überprüfung der Messergebnisse ist die Gleichstromwiderstandsmessung abgeschlossen.

**5.5 Laststufenschalter trocknen**

**ACHTUNG**

Schäden an Laststufenschalter, Motorantrieb und Steuereinheit durch Trocknung!

Eine falsch ausgeführte Trocknung beschädigt temperaturempfindliche Bauteile.

► Motorantrieb und Steuereinheit abbauen und nicht trocknen.
► Transportsicherungsplatte vor der Trocknung zum Schutz des Laststufenschalters gemäß der nachfolgenden Beschreibung befestigen.
► Sicherstellen, dass die Temperatur des Laststufenschalters 135 °C nicht überschreitet.
Zur Vorbereitung der Trocknung gehen Sie wie folgt vor:

✓ Motorantrieb und Steuereinheit gemäß der Beschreibung im Abschnitt „Demontage vor der Transformatortrocknung“ in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C abbauen.

1. Dichtungsfächen an Dichtmodul und Transportsicherungsplatte säubern und auf korrekte Lage des O-Rings achten.

2. Transportsicherungsplatte vor Trocknung aufsetzen und befestigen.

Mögliche Trocknungsmethoden:

Sie können den Laststufenschalter nach einer der folgenden Methoden trocknen.

- Vakuumtrocknung im Ofen
- Vakuumtrocknung im Transformatorkessel
- Kerosintrocknung im Vakuumofen
- Kerosintrocknung im Transformatorkessel
- Niederfrequenztrocknung im Ofen
- Niederfrequenztrocknung im Transformatorkessel

Die Trocknungsduer richtet sich nach dem Transformator.
5.6 Transformer mit Öl füllen

Verwenden Sie für die Öffnung des Transformators neues mineralisches Isolieröl für Transformatoren nach IEC 60296 (Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear).

Sofern durch den Transformatorhersteller freigegeben, können Sie alternativ synthetische Esterflüssigkeiten nach IEC 61099 (Specification for unused synthetic organic esters for electrical purposes) oder natürliche Esterflüssigkeiten nach IEC 62770 (Specification for unused natural esters for transformers and similar electrical equipment) verwenden.

Kontaktieren Sie die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, wenn Sie eine alternative Isolierflüssigkeit verwenden möchten.

Beachten Sie den zulässigen Temperaturbereich des Transformatorenöls im Kapitel „Technische Daten [Abschnitt 11.2, Seite 67]“.

ACHTUNG

Schäden am Laststufenschalter!

Ein nicht vollständig mit Öl gefüllter Transformator kann zu Schäden am Laststufenschalter führen!

▶ Vor Inbetriebnahme des Laststufenschalters Transformator vollständig mit Öl füllen.

▶ Bei der Sonderausführung des 3-phasigen Laststufenschalters für Hermetiktransformatoren mit Gaspolster unbedingt die Angaben zur Ölfüllung auf der mitgelieferten Maßzeichnung beachten.

1. Transformer vollständig mit Öl füllen.
2. Ölprobe aus Transformer entnehmen.
3. Temperatur der Ölprobe unmittelbar nach der Entnahme protokollieren.
4. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt bei einer Öltemperatur von 20 °C ± 5 °C bestimmen. Die Durchschlagfestigkeit und der Wassergehalt müssen folgende Grenzwerte einhalten:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Uₚ₆₀</th>
<th>H₂O</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>&gt; 60 kV/2,5 mm</td>
<td>&lt; 12 ppm</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 7: Grenzwerte für Mineralisolieröl (Durchschlagfestigkeit Uₚ₆₀ gemessen nach IEC 60156)
6 Inbetriebnahme

In diesem Kapitel wird die Inbetriebnahme des Geräts beschrieben. Die Inbetriebnahme ist in folgende Abschnitte untergliedert:

- Inbetriebnahme beim Transformatorhersteller
- Transport des Transformators zum Aufstellungsort
- Inbetriebnahme am Aufstellungsort

6.1 Inbetriebnahme des Laststufenschalters beim Transformatorhersteller

**Warnung**

Herumfliegende Teile und Verspritzen von heißem Öl durch Überlastung des Laststufenschalters!


Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzungen durch herumfliegende Teile und Verspritzen von heißem Öl.

► Sicherstellen, dass der Laststufenschalter nicht überlastet wird.
► Wenn höhere Ströme auftreten, Laststufenschaltung verhindern.
► Sicherstellen, dass die Bemessungsstufenspannung nicht überschritten wird. Eine kurzzeitige Überschreitung der Bemessungsstufenspannung um bis zu 10 % ist zulässig, solange der Bemessungsdurchgangsstrom nicht überschritten wird.
► Sicherstellen, dass die Temperaturgrenzwerte gemäß den Technischen Daten nicht überschritten werden.

**Achtung**

Schäden am Laststufenschalter durch Schalten ohne Öl!

Zu viele Schaltungen ohne vollständige Ölfüllung des Transformators führen zu Schäden am Laststufenschalter!

► Laststufenschalter ohne vollständige Ölfüllung nicht öfter als 100-mal schalten.
► Notantriebswelle nur zur Störungsbeleitigung [Abschnitt 8, Seite 60] einsetzen und niemals mit einer Bohrmaschine betreiben.

Bevor Sie mit der Transformatorprüfung beginnen, führen Sie die folgenden Schritte aus, die detailliert in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C beschrieben sind:

1. Motorantrieb und Steuereinheit montieren und anschließen.
2. Motorantrieb und Steuereinheit in Betrieb nehmen.
3. Automatische Justierung und Probeschaltungen durchführen.
⇒ Anschließend können Sie mit den Transformatorprüfungen beginnen. Beachten Sie dazu die nachfolgende Beschreibung.

6.1.1 Prüfungen am Transformator

Bei Unklarheiten bezüglich der Prüfungen wenden Sie sich bitte an die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.

6.1.1.1 Elektrische Hochspannungsprüfungen am Transformator

**WARNUNG**

Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzungen bei der Transformatorprüfung durch explosionsfähige Gase!

Durch Ansammlung explosionsfähiger Gase unter dem Transformatordeckel, im Leitungssystem, im Ölausdehnungsgefäß und an der Öffnung des Luftentfeuchters besteht bei falschem Verhalten Lebensgefahr durch herumfliegende Teile und Verspritzen von heißem Öl!

► Sicherstellen, dass sich kein offenes Feuer, keine heißen Flächen oder Funken (zum Beispiel durch statische Aufladung) in direkter Umgebung befinden oder entstehen.
► Sicherstellen, dass der Laststufenschalter komplett in Öl eingetaucht ist.
► Nur für brennbare Flüssigkeiten zugelassene leitfähige und geerdete Schläuche, Rohre und Pumpeneinrichtungen verwenden.
► Sicherstellen, dass alle Sicherheitseinrichtungen betriebsbereit sind.
► Geeignete persönliche Schutzausrüstung verwenden.
► Halten Sie sich während der Transformatorprüfung nicht im Gefahrenbereich auf.
► Gängige Brandschutzvorschriften beachten.
► Sicherstellen, dass ausschließlich geschulte Fachkräfte Arbeiten am Transformator durchführen.

Jeder Laststufenschalter ist vom Hersteller speziell für den der Bestellung zugrunde liegenden Transformator ausgeführt und durchläuft beim Hersteller strenge Prüfungen und Qualitätskontrollen.

Der gemeinsame Betrieb von Transformator und Laststufenschalter kann vom Hersteller jedoch nicht simuliert und am Laststufenschalter allein nicht geprüft werden.

Daher können bei der Transformatorprüfung, d.h. der Prüfung des erstmals gemeinsamen Betriebes von Transformator und Laststufenschalter, Unregelmäßigkeiten oder Fehlfunktionen nie ganz ausgeschlossen werden.

Stellen Sie unbedingt sicher, dass es sich bei allen mit einer solchen Transformatorprüfung Beauftragten um ausgebildete und unterwiesene Fachleute handelt, die die einschlägigen Schutzvorschriften und technischen Regeln
kennen und einhalten, über die potentiellen Gefahren informiert sind und die zur Abwendung von Gesundheits- und Sachschäden vorgesehenen Arbeits- schutzmittel konsequent benutzen.

Entfernen Sie alle zur Prüfung verwendeten Leitungen vor der Hochspan- nungsprüfung, da diese wie Antennen wirken. Stellen Sie sicher, dass die erforderliche Schlagweite zwischen Durchführungen und Motorantrieb inklusive Verbindungskabel jederzeit eingehalten wird.

Sollten bei Ihnen noch Zweifel über mögliche Gefährdungen bestehen, informieren Sie sich vor Beginn der Transformatorprüfung beim Hersteller.

Die für die Abnahme des Transformators erforderlichen elektrischen Prüfun- gen erst nach den oben beschriebenen Arbeiten durchführen.

6.1.1.2 Isolationsprüfungen an der Transformatorverdrahtung

Der Motorantrieb und die Steuereinheit werden isolationsgeprüft ausgelie- fert. Eine erneute Isolationsprüfung ist nicht erforderlich. Falls Sie eine Isola- tionsprüfung an der Transformatorverdrahtung durchführen möchten, beach- ten Sie nachfolgende Hinweise.

**ACHTUNG**

**Schäden an der Steuereinheit!**

Schäden an der Steuereinheit durch unzulässig hohe Spannungen während der Isolationsprüfung an der Transformatorverdrahtung.

► Verbindungskabel zum Motorantrieb an der Steuereinheit abklemmen, bevor Sie eine Isolationsprüfung an der Transformatorverdrahtung durchführen.

Um die Steuereinheit abzuklemmen, gehen Sie wie folgt vor:


   Nach dem Abschalten der Spannungsversorgung kann die LED  bis zu 30 Minuten leuchten. Dies signalisiert Ihnen, dass der Energiespeicher noch geladen ist. Es gehen hiervon keine Gefährdungen während der Montage oder Demontage der Steuereinheit aus.

2. Steckverbinder von Klemme X1 an der Steuereinheit entfernen.
3. Steckverbinder von Klemme X2 an der Steuereinheit entfernen.
4. Steckverbinder von Klemme X4 an der Steuereinheit entfernen.

Abbildung 32: Verbindungskabel

5. Verbindungskabel aufwickeln und am Motorantrieb fixieren.

Anschließend können Sie die Isolationsprüfung durchführen.

6.1.2 Automatische Justierung zurücksetzen

Setzen Sie vor dem Transport des Transformators zum Aufstellungsort die automatische Justierung zurück. Dadurch ist sichergestellt, dass während der Inbetriebnahme am Aufstellungsort eine erneute automatische Justierung durchgeführt wird.

Um die automatische Justierung zurückzusetzen, gehen Sie wie folgt vor:

✓ Die Betriebsart AVR MANUAL ist aktiv.

1. ▼ drücken.

2. ▲ + ▼ länger als 5 Sekunden drücken.
3. ▲ drücken, bis der Code 3 angezeigt wird.

4. ▲ drücken, um die Auswahl zu bestätigen.

Die LED △ leuchtet und der Fehlercode E4.1 wird angezeigt.

### 6.2 Transport des Transformators zum Aufstellungsort

#### Lebensgefahren durch elektrischen Schlag!
Sind das Gerät und die Anlagenperipherie nicht vom Netz getrennt, kann es zum elektrischen Schlag kommen!

► Gerät und Anlagenperipherie spannungsfrei schalten und gegen Wieder- einschalten sichern.

#### Schäden am Laststufenschalter!
Schäden am Laststufenschalter durch falsche Positionierung!

► Motorantrieb nach der automatischen Justierung des Laststufenschalters nicht vom Laststufenschalter trennen.


2. Verbindungskabel aufwickeln, am Motorantrieb fixieren und mit Kunststofffolie und Klebeband vor Feuchtigkeit schützen.

3. **ACHTUNG!** Wenn Sie das Verbindungskabel nicht ordnungsgemäß verpacken, kann es zu Feuchtigkeitseintritt und somit zu Schäden am Motorantrieb kommen.


5. **ACHTUNG!** Steuereinheit ist nicht für den Betrieb, den Transport oder die Lagerung im Freien vorgesehen.
6.3 Inbetriebnahme des Transformators am Aufstellungsort

**WARNUNG**

Herumfliegende Teile und Verspritzen von heißem Öl durch Überlastung des Laststufenschalters!


Lebensgefahr und Gefahr schwerer Körperverletzungen durch herumfliegende Teile und Verspritzen von heißem Öl.

► Sicherstellen, dass der Laststufenschalter nicht überlastet wird.
► Wenn höhere Ströme auftreten, Laststufenschaltung verhindern.
► Sicherstellen, dass die Bemessungsstufenspannung nicht überschritten wird. Eine kurzzeitige Überschreitung der Bemessungsstufenspannung um bis zu 10 % ist zulässig, solange der Bemessungsdurchgangsstrom nicht überschritten wird.
► Sicherstellen, dass die Temperaturgrenzwerte gemäß den Technischen Daten nicht überschritten werden.

Bevor Sie den Transformator an Spannung legen, führen Sie die folgenden Schritte aus, die detailliert in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C beschrieben sind:

1. Motorantrieb und Steuereinheit montieren und anschließen.
2. Motorantrieb und Steuereinheit in Betrieb nehmen.
3. Automatische Justierung und Probeschaltungen durchführen.
4. Regelparameter und automatische Spannungsregelung prüfen.
5. Bei Betrieb mit alternativen Isolierflüssigkeiten die Temperaturblockierung aktivieren.

6.3.1 Niederspannungssammelschiene zuschalten

**ACHTUNG**

Schäden an Laststufenschalter und Transformator!

Ein nicht vollständig abgeklingender Einschaltstromstoß kann bei einer Laststufenschaltung zu Schäden an Laststufenschalter und Transformator führen!


Nachdem Sie die Steuereinheit angeschlossen und Probeschaltungen durchgeführt haben, können Sie die Niederspannungssammelschiene wie folgt in Betrieb nehmen:

1. Laststufenschalter in Mittelstellung fahren.
Es kann gegebenenfalls sinnvoll sein, den Laststufenschalter in eine andere Stellung als die Mittelstellung zu fahren. Dadurch können Sie die Spannungsdifferenzen zwischen den zu verbindenden Netzen verringern und somit den Einschaltstromstoß minimieren.

2. An der Steuereinheit die gewünschte Betriebsart durch Drücken des entsprechenden Tasters einstellen:
   - Automatikbetrieb: AVR AUTO
   - Handbetrieb: AVR MANUAL
   - Steuerung über Remote-Verbindung: EXTERNAL CONTROL

3. Niederspannungssammelschiene zuschalten.

4. Sicherstellen, dass nach Einschalten des Transformators der Einschaltstromstoß abgeklungen ist.

 ⇒ Nun können Laststufenschaltungen sowohl im Leerlauf als auch unter Lastbedingungen durchgeführt werden.
7 Betrieb

Laststufenschaltungen können sowohl manuell als auch automatisch ausgeführt werden. Die gewählte Betriebsart können Sie durch die LED-Anzeige auf der Steuereinheit erkennen.

Bei der Betriebsart EXTERNAL CONTROL werden die Befehle der separat erhältlichen Steuerung PRO CONTROL ausgeführt. In diesem Fall ist die manuelle Bedienung über die Taste TIEF und die Taste HOCH außer Funktion. Diese Betriebsart kann nur in Verbindung mit dieser Steuerung der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH genutzt werden. Beachten Sie dazu die Sicherheitshinweise und die detaillierte Beschreibung in der zugehörigen Betriebsanleitung.

In der Betriebsart AVR AUTO werden die Stufenschaltungen automatisch entsprechend den eingestellten Regelparametern ausgeführt.

Durch einfaches Betätigen der Taste AVR MANUAL können Sie auf die manuelle Betriebsart umschalten und anschließend durch Betätigung der Pfeiltasten HOCH/TIEF Stufenschaltungen ausführen.

Eine Stufenschaltung ohne Steuereinheit ist im Normalbetrieb nicht vorgesehen.

Sollten Schwierigkeiten bei der Bedienung der Steuereinheit oder des Laststufenschalters auftreten, so finden Sie Hilfe im Kapitel „Störungsbeseitigung“ [Abschnitt 8, Seite 60].

7.1 Laststufenschalter überwachen

Die Überwachung von Laststufenschalter, Motorantrieb und Steuereinheit beschränkt sich auf gelegentliche Sichtkontrollen. Diese können sinnvollerweise mit den üblichen Kontrollarbeiten am Transformator verbunden werden.

Achten Sie besonders auf:
- Öldichtheit an den Übergangsstellen von Dichtmodul zum Transformatordeckel
- Unversehrtheit der Kabelverbindungen von Steuereinheit und Motorantrieb
- Sonstige Beschädigungen

Bei Auffälligkeiten den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH [Abschnitt 8, Seite 60] kontaktieren.
7 Betrieb

**ACHTUNG**

Schäden am Laststufenschalter!

Schäden am Laststufenschalter durch Schalten des Laststufenschalters bei unzulässigen Öltemperaturen!

► Der Laststufenschalter kann im Temperaturbereich des umgebenden Transformatoröls von –25 °C bis +105 °C und laut IEC 60214-1 bis +115 °C (bei Notbetrieb des Transformers gemäß IEC 60076-7) betrieben werden.

► Beim Einsatz alternativer Isolierflüssigkeiten ist für den Betrieb nur ein eingeschränkter Temperaturbereich zulässig. Stellen Sie die Einhaltung der spezifizierten Temperaturgrenzwerte sicher und beachten Sie dazu die nachfolgenden Hinweise.

Die Temperaturgrenzwerte, die in Abhängigkeit von der eingesetzten Isolierflüssigkeit zu berücksichtigen sind, finden sie im Kapitel „Technischen Daten“ [Abschnitt 11.2, Seite 67].

Stellen Sie sicher, dass die Temperaturgrenzwerte nicht überschritten werden und die „Temperaturblockade“ einwandfrei funktioniert.

7.2 Bedienung von Motorantrieb und Steuereinheit

Detaillierte Informationen zur Bedienung von Motorantrieb und Steuereinheit finden Sie in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C.

Dort finden Sie auch die Beschreibung für die Betätigung des Motorantriebs im Notbetrieb. Unter Notbetrieb ist der Ausfall der Spannungsversorgung des Motorantriebs bei dringender Notwendigkeit einer Laststufenschaltung zu verstehen.
8 Störungsbeseitigung

Prüfen Sie bei einer Betriebsstörung die Spannungsversorgung des Motorantriebs und die Anzeigen auf der Steuereinheit.

Der Transformator kann trotz rot leuchtender Signallampe in der aktuellen Betriebsstellung sicher weiterbetrieben werden. Weitere Schalthandlungen werden blockiert.

Abstellmaßnahmen für Fehlermeldungen der Steuereinheit und Störungen der automatischen Spannungsregelung finden Sie in der Betriebsanleitung des Motorantriebs ECOTAP® VPD® MD&C.

Bei Störungen an Laststufenschalter, Motorantrieb oder Steuereinheit, die nicht an Ort und Stelle leicht behoben werden können, benachrichtigen Sie bitte den zuständigen MR-Repräsentanten, den Transformatorhersteller oder direkt die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.

Halten Sie bitte folgende Daten bereit:

- Seriennummer (Typenschild)
- Softwarestand der Steuereinheit (siehe zugehörige Betriebsanleitung)

Kontaktadresse

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
Technischer Service
Postfach 12 03 60
93025 Regensburg
Deutschland

Tel.: +49 94140 90-0
Fax: +49 9 41 40 90-7001
E-Mail: service@reinhausen.com
Internet: www.reinhausen.com
9 Wartung

**Elektrischer Schlag!**

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

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

**Elektrischer Schlag!**

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

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

**Explosionsgefahr!**

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

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

9.1 Inspektion

Führen Sie bei der Inspektion des Transformators gleichzeitig eine Inspektion des Motorantriebs und der Steuereinheit durch. Gehen Sie dazu wie folgt vor:
9.1.1 Sichtprüfung

Beginnen Sie mit der Sichtprüfung wie folgt:
► Prüfen, ob äußere Beschädigungen oder Undichtigkeiten sichtbar sind.
 ADVISED Bei sichtbaren Schäden den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH [► Abschnitt 8, Seite 60] kontaktieren.

Wenn ein Problem mit der Steuereinheit auftritt und Sie die Maschinenfabrik Reinhausen GmbH kontaktieren möchten, lesen Sie zuvor den Softwarestand aus.

9.1.2 Softwarestand auslesen (F6)

Um den Softwarestand auszulesen, gehen Sie wie folgt vor:
✓ Die Betriebsart AVR MANUAL ist aktiv.

1.  
2.  
3.  
4. 

9.1.3 Restlebensdauer auslesen (F2)

Der integrierte Energiespeicher der Steuerung wird ständig überwacht. Mit der Funktion "Restlebensdauer auslesen" können Sie den aktuellen Zustand (in Prozent) abfragen. Wenn die Restlebensdauer 0 % beträgt, dann ist die Funktion des Energiespeichers nicht mehr gewährleistet.

Wenn die Restlebensdauer kleiner als 5 (%) ist, dann kontaktieren Sie den Technischen Service der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.
Funktionsbedingt fällt die Restlebensdauer zu Beginn des Produktlebenszyklus schneller ab und verflacht mit zunehmender Betriebsdauer. Ein typischer Verlauf der Restlebensdauer sieht so aus:

Abb. 33: Typischer Verlauf der Restlebensdauer

Um die Abfrage der Restlebensdauer zu starten, gehen Sie wie folgt vor:

- Die Betriebsart AVR MANUAL ist aktiv.

1. \( \text{MENU} \rightarrow \text{AVR MANUAL} \) so oft drücken, bis die gewünschte Funktion angezeigt wird.

2. \( \text{AVR MANUAL} \) drücken, um die Auswahl zu bestätigen.

3. \( \text{AVR MANUAL} \) drücken, um die Anzeige zu verlassen.

4. \( \text{MENU} \) drücken, um das Parametriermenü zu verlassen.

### 9.1.4 LED-Funktionstest (F3)

Mit dieser Funktion können Sie die Funktionsfähigkeit der LEDs und des Displays auf der Front der Steuereinheit testen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- Die Betriebsart AVR MANUAL ist aktiv.

1. \( \text{MENU} \rightarrow \text{AVR MANUAL} \) so oft drücken, bis die gewünschte Funktion angezeigt wird.

2. \( \text{AVR MANUAL} \) drücken, um die Auswahl zu bestätigen.

- Alle Anzeige-eelemente auf der Front der Steuereinheit leuchten auf.
9.1.5 Temperaturblockierung prüfen

Wenn Sie den Laststufenschalter mit alternativen Isolierflüssigkeiten betreiben, müssen Sie die Funktion der Temperaturblockierung prüfen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

✓ Funktion des Temperatursensors entsprechend der Herstellerangaben prüfen.
✓ Die LED △ leuchtet nicht, andernfalls Fehlerursache beheben.
► Stecker an der Klemme X3 entfernen, um ein Blockiersignal zu simulieren.

Die Blockierung ist aktiv und die LED △ leuchtet.

9.1.6 Ölqualität

1. Die Qualität des Transformatoreöls in regelmäßigen Abständen überprüfen.
3. Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt müssen die im Kapitel „Technische Daten“ angegebenen Grenzwerte einhalten.

Bei Nichteinhaltung dieser Grenzwerte Ölwechsel durchführen.

9.2 Wartung

Laststufenschalter ECOTAP® VPD® und Motorantrieb ECOTAP® VPD® MD&C sind wartungsfrei.

Die Steuereinheit ist nach spätestens 20 Jahren auszutauschen.

9.3 Pflege

Sie können das Gehäuse des Geräts mit einem trockenen Tuch reinigen.
10 Entsorgung

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

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

11.1 Laststufenschalterbezeichnung

Die Bezeichnung einer bestimmten Laststufenschalterausführung wird nach unterschiedlichen Merkmalen durchgeführt. Der Laststufenschalter ist damit unverwechselbar gekennzeichnet.

11.1.1 Laststufenschalterbezeichnung ECOTAP® VPD

<table>
<thead>
<tr>
<th>Typenbezeichnung</th>
<th>ECOTAP® VPD III 100 D – 36 – 09 09 0</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>ECOTAP® VPD</td>
<td>Laststufenschaltertytyp</td>
</tr>
<tr>
<td>III</td>
<td>Anzahl der Phasen</td>
</tr>
<tr>
<td>100</td>
<td>maximaler Bemessungsdurchgangsstrom $I_{\text{m}}$ [A]</td>
</tr>
<tr>
<td>D</td>
<td>Anwendung: Dreieck</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>höchste Spannung für Betriebsmittel $U_{\text{m}}$ [kV]</td>
</tr>
<tr>
<td>09 09 0</td>
<td>Grundschaltung</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 8: Bezeichnung des Laststufenschalters ECOTAP® VPD®

11.1.2 Stufenzahl und Grundschaltung

Der Wähler muss zur Stufenzahl und der Schaltung der Feinstufenwicklung passen.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Bezeichnung der Grundschaltung</th>
<th>09 09 0</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>09</td>
<td>Kontaktkreisteilung des Wählers</td>
</tr>
<tr>
<td>09</td>
<td>Anzahl der maximalen Betriebsstellungen</td>
</tr>
<tr>
<td>0</td>
<td>Anzahl der Mittelstellungen</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 9: Bezeichnung der Grundschaltung
### Technische Daten des Laststufenschalters

<table>
<thead>
<tr>
<th>Typ</th>
<th>ECOTAP® VPD III 30</th>
<th>ECOTAP® VPD III 100</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Phasenzahl</td>
<td>3</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Anwendung</td>
<td>An beliebiger Stelle der Wicklung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässige Transformatorentypen</td>
<td>Frei atmend mit Ölausdehnungsgefäss</td>
<td>Vollständig ölgefüllte Hermetiktransformatoren (ohne Gaspols ter)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Frei atmend mit Luftpolster nur in Kombination mit einer Son dervariante des ECOTAP VPD (auf Anfrage)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Maximaler Bemessungsdurchgangsstrom</td>
<td>30 A</td>
<td>100 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungskurzzeitstrom</td>
<td>600 A</td>
<td>2.000 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungskurzschlussdauer</td>
<td>2 s</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsstoßstrom</td>
<td>1.500 A</td>
<td>5.000 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Ohne Vorwähler</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Maximale Bemessungsstufenspannung</td>
<td>825 V</td>
<td>825 V</td>
</tr>
<tr>
<td>• Stufenleistung</td>
<td>24.750 VA</td>
<td>82.500 VA</td>
</tr>
<tr>
<td>Mit Vorwähler</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Maximale Bemessungsstufenspannung</td>
<td>550 V</td>
<td>550 V</td>
</tr>
<tr>
<td>• Stufenleistung</td>
<td>16.500 VA</td>
<td>55.000 VA</td>
</tr>
<tr>
<td>Maximale Anzahl Betriebsstellungen</td>
<td>9 / 17</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsisolationspegel:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Höchste Spannung für Betriebsmittel Um</td>
<td>36 kV / 40,5 kV</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Bemessungsstehspannungen</td>
<td>Siehe Abschnitt „Zulässige Spannungsbeanspruchungen“ [⇒ Abschnitt 11.4, Seite 71]</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsfrequenz</td>
<td>50 Hz, 60 Hz</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässiger Temperaturbereich des Transformatorenöls für Laststufenschaltungen:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Mineralisches Isolieröl (IEC 60296)</td>
<td>-25 °C…+105 °C</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Synthetische Esterflüssigkeit (IEC 61099)</td>
<td>auf Anfrage</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• Natürliche Esterflüssigkeit (IEC 62770)</td>
<td>auf Anfrage</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässiger Absolutdruck im Betrieb</td>
<td>0,7…1,4 bar</td>
<td>optional 0,7…2,0 bar</td>
</tr>
<tr>
<td>• bei reduzierter Lebensdauer von 250.000 Schaltungen und 25 Jahren:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Vakuumtrocknung</td>
<td>vakuumfest</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Maximale Schaltzahl</td>
<td>500.000</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Korrosionsbeständigkeit</td>
<td>unlackiert, optional CX</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 10: Technische Daten ECOTAP® VPD III
### Technische Daten

<table>
<thead>
<tr>
<th>Typ</th>
<th>ECOTAP® VPD I 30</th>
<th>ECOTAP® VPD I 100</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Phasenzahl</td>
<td>1</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Anwendung</td>
<td>An beliebiger Stelle der Wicklung</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässige Transformatorentypen</td>
<td>Freiatmend mit Ölausdehnungsgefäß</td>
<td>Vollständig ölgefüllte Hermetiktransformatoren (ohne Gaspols-ter)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Freiatmend mit Luftpolster</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Maximaler Bemessungsdurchgangsstrom</td>
<td>30 A</td>
<td>100 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungskurzzeitstrom</td>
<td>600 A</td>
<td>2.000 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungskurzschlussdauer</td>
<td>2 s</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsstoßstrom</td>
<td>1.500 A</td>
<td>5.000 A</td>
</tr>
<tr>
<td>Maximale Bemessungsstufenspannung</td>
<td>825 V</td>
<td>825 V</td>
</tr>
<tr>
<td>Stufenleistung</td>
<td>24.750 VA</td>
<td>82.500 VA</td>
</tr>
<tr>
<td>Maximale Anzahl Betriebsstellungen</td>
<td></td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsisolationspegel:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Höchste Spannung für Betriebsmittel Um</td>
<td>36 kV</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsstehspannungen</td>
<td>Siehe Abschnitt „Zulässige Spannungsbeanspruchun-gen“ [Abschnitt 11.4, Seite 71]</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Bemessungsfrequenz</td>
<td>50 Hz, 60 Hz</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässiger Temperaturbereich des Transformatorenöls für Laststufenschaltungen:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Mineralisches Isolieröl (IEC 60296)</td>
<td>-25 °C…+105 °C</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Synthetische Esterflüssigkeit (IEC 61099)</td>
<td>auf Anfrage</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Natürliche Esterflüssigkeit (IEC 62770)</td>
<td>auf Anfrage</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Zulässiger Absolutdruck im Betrieb</td>
<td>0,7…1,4 bar</td>
<td>optional 0,7…2,0 bar</td>
</tr>
<tr>
<td>bei reduzierter Lebensdauer von 250.000 Schaltungen und 25 Jahren:</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Vakuumtrocknung</td>
<td>vakuumfest</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Maximale Schaltzahl</td>
<td>500.000</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Korrosionsbeständigkeit</td>
<td>unlackiert, optional CX</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 11: Technische Daten ECOTAP® VPD I
11.3 Stufenleistungsdiagramme

Stufenleistungsdiagramm für ECOTAP® VPD® ohne Vorwähler

Abbildung 34: Stufenleistungsdiagramm ECOTAP® VPD® ohne Vorwähler

<p>| | |</p>
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>ECOTAP® VPD III 30 ohne Vorwähler: 24.750 VA</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>ECOTAP® VPD III 100 ohne Vorwähler: 82.500 VA</td>
</tr>
</tbody>
</table>

U_b Bemessungsstufenspannung

I_b Bemessungsdurchgangsstrom
Stufenleistungsdiagramm für ECOTAP® VPD® mit Vorwähler

Abbildung 35: Stufenleistungsdiagramm ECOTAP® VPD® mit Vorwähler

1. ECOTAP® VPD III 30 mit Vorwähler: 16.500 VA
2. ECOTAP® VPD III 100 mit Vorwähler: 55.000 VA

U_r: Bemessungsstufenspannung
I_r: Bemessungsdurchgangsstrom
### 11.4 Zulässige Spannungsbeanspruchungen

Die Angaben in diesem Abschnitt gelten nur für den Einsatz in mineralischem Isolieröl nach IEC 60296. Daten für alternative Isolierflüssigkeiten sind auf Anfrage erhältlich.

Dieser Abschnitt beschreibt die zulässigen Spannungsbeanspruchungen an Regelwicklung und Laststufenschalter.

Sie müssen bei der Auswahl des Laststufenschalters überprüfen, ob die höchsten am Wähler auftretenden Beanspruchungen die zugehörigen Beschichtungsstehspannungen nicht überschreiten.

#### Definition der Isolationsstrecken

<table>
<thead>
<tr>
<th>Definition</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>a1</td>
<td>zwischen Feinwählerkontakten der Wicklung einer Stufe (beschaltet oder unbeschaltet)</td>
</tr>
<tr>
<td>2a1</td>
<td>zwischen Feinwählerkontakten der Wicklung über zwei Stufen (beschaltet oder unbeschaltet)</td>
</tr>
<tr>
<td>b</td>
<td>zwischen den Feinwählerkontakten verschiedener Phasen und zwischen Vorwählerkontakten verschiedener Phasen, die mit dem Anfang/Ende einer Feinstufenwicklung oder mit einem Feinwählerkontakt verbunden sind. Die zulässigen Spannungen zwischen den Kontakten sind bei Schaltern für Dreieckschaltung abhängig von den Positionen des Vorwählers und des Feinwählers. Deshalb müssen hier für eine Isolationsstrecke die unterschiedlichen zulässigen Stehspannungen b1, b2 oder b3 beachtet werden:</td>
</tr>
<tr>
<td>b1</td>
<td>zwischen angewählten Kontakten verschiedener Phasen</td>
</tr>
<tr>
<td>b2</td>
<td>von dem angewählten Kontakt einer Phase zu nicht angewählten Kontakten anderer Phasen</td>
</tr>
<tr>
<td>b3</td>
<td>zwischen nicht angewählten Kontakten verschiedener Phasen</td>
</tr>
<tr>
<td>f</td>
<td>zwischen Feinwählerkontakten und (+)-Vorwählerkontakten zur Erde. Es gelten bei Ausführung für Dreieckschaltung unterschiedliche Werte für:</td>
</tr>
<tr>
<td>f1</td>
<td>zwischen Ableitung und Erde und in (+)-Position des Vorwählers zwischen (+)-Vorwählerkontakten und Erde</td>
</tr>
<tr>
<td>f2</td>
<td>zwischen nicht angewählten Feinwählerkontakten und in (-)-Position des Vorwählers zwischen (+)-Kontakten und Erde.</td>
</tr>
<tr>
<td>Zusätzlich bei Grobstufenschaltung in (+)-Position des Vorwählers:</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>c1</td>
<td>von einem (-)-Vorwählerkontakt zur Ableitung der gleichen Phase</td>
</tr>
<tr>
<td>c2</td>
<td>zwischen (-)-Vorwählerkontakten verschiedener Phasen</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 12: Definition der Isolationsstrecken
Isolationsstrecken für ECOTAP® VPD III ohne Vorwähler

Abbildung 36: ECOTAP® VPD III ohne Vorwähler

Isolationsstrecken für ECOTAP® VPD I

Abbildung 37: ECOTAP® VPD I
Isolationsstrecken für ECOTAP® VPD III mit Wender

Abbildung 38: ECOTAP® VPD III mit Wender
Isolationsstrecken für ECOTAP® VPD III mit Grobstufe

Abbildung 39: ECOTAP® VPD III mit Grobstufe

Abkürzungen für den Bemessungsisolationspegel:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Abkürzung</th>
<th>Beschreibung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>LI</td>
<td>Vollwellenblitzstoßspannung (kV, 1,2/50 μs)</td>
</tr>
<tr>
<td>LIC</td>
<td>abgeschnittene Blitzstoßspannung (kV, 1,2/50/3 μs)</td>
</tr>
<tr>
<td>AC</td>
<td>angelegte Spannung (kV, 50 Hz, 1 min)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 13: Abkürzungen Bemessungsisolationspegel:
### Technische Daten

#### Bemessungsisolationspegel (Spannungswerte für Dreieckanwendung in kV)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Isolationsstrecke</th>
<th>Spannungsform</th>
<th>Ohne Vorwähler</th>
<th>Ohne Vorwähler</th>
<th>Mit Vorwähler</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>a</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>95</td>
<td>95</td>
<td>95</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>105</td>
<td>105</td>
<td>105</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>18</td>
<td>18</td>
<td>18</td>
</tr>
<tr>
<td>a1</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>35</td>
<td>35</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>40</td>
<td>40</td>
<td>40</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>6</td>
<td>6</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>b1(^1)</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>200</td>
<td>250</td>
<td>250</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>220</td>
<td>275</td>
<td>275</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>70</td>
<td>95</td>
<td>95</td>
</tr>
<tr>
<td>b2(^1)</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>230</td>
<td>305</td>
<td>305</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>250</td>
<td>335</td>
<td>335</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>85</td>
<td>110</td>
<td>110</td>
</tr>
<tr>
<td>b3(^1)</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>250</td>
<td>330</td>
<td>330</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>275</td>
<td>360</td>
<td>360</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>100</td>
<td>130</td>
<td>130</td>
</tr>
<tr>
<td>f1</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>200</td>
<td>250</td>
<td>250</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>220</td>
<td>275</td>
<td>275</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>70</td>
<td>95</td>
<td>95</td>
</tr>
<tr>
<td>f2</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>230</td>
<td>305</td>
<td>305</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>250</td>
<td>335</td>
<td>335</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>85</td>
<td>110</td>
<td>110</td>
</tr>
<tr>
<td>c1</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>120</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>135</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>c2</td>
<td>LI 1,2/50 µs</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>310</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>LIC 1,2/50/3…6 µs</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>340</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>AC 50 Hz, 1 min</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>120</td>
</tr>
</tbody>
</table>

\(^1\) „b“-Strecken nicht relevant für ECOTAP® VPD I

---

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2019

6107891/02 DE

ECOTAP® VPD®
11.5 Potenzialanlenkung der Feinstufenwicklung

Die Feinstufenwicklung wird während ihrer Umschaltung durch Wender oder Grobwähler kurzzeitig galvanisch von der Stammwicklung getrennt. Dabei nimmt sie ein Potenzial an, das sich aus den Spannungen der Nachbarwicklungen sowie den Kopplungskapazitäten zu diesen Wicklungen oder zu geerdeten Teilen ergibt.


Bei der Trennung der Vorwählerkontakte muss ein kapazitiver Strom unterbrochen werden, der durch die o. g. Kopplungskapazitäten der Feinstufenwicklung bedingt ist. Dieser Strom wird Ausschaltstrom $I_s$ genannt.

Die Wiederkehrspannung $U_w$ und der Ausschaltstrom $I_s$ können zu unzulässigen Entladungsscheinungen am Vorwähler führen. Der zulässige Bereich von Wiederkehrspannung $U_w$ und Ausschaltstrom $I_s$ ist im Folgenden ersichtlich.

**Maximal zulässige Werte für Wiederkehrspannung $U_w$ und Ausschaltstrom $I_s$**

![Abbildung 40: Wiederkehrspannung $U_w$ und Ausschaltstrom $I_s$](image)
11.6 Grenzwerte für Durchschlagfestigkeit und Wassergehalt von Laststufenschalteröl


<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>$U_d$</th>
<th>$H_2O$</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Bei Erstinbetriebnahme des Transformers</td>
<td>&gt; 60 kV/2,5 mm</td>
<td>&lt; 12 ppm</td>
</tr>
<tr>
<td>Im Betrieb</td>
<td>&gt; 30 kV/2,5 mm</td>
<td>&lt; 30 ppm</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 15: Grenzwerte für Laststufenschalteröl
12 Zeichnungen

12.1 Hinweis zu den Anhangzeichnungen


12.2 Maßzeichnungen
Stufenschalter ECOTAP® VPD®
36 kV, 9 Betriebsstellungen (schematisch)
Maßzeichnung

Materialnummer: 101148900D
Blatt: 2/3

Dokumentnummer: 5871202.000.03
Änderungsnummer: 12

Datum: 30.12.2018

Name: JANKERM,
STOCKER,
KLEYN

Zeichnung:

Maßangaben in mm, soweit nicht anders angegeben

Stufenschalteranschlusskontakte
Material: CU-ETP-R250

Bohrbild Transformatordeckel kundenseitig (Draufsicht)

Seite der Stufenschalteranschlusskontakte

obere, dem Transformatordeckel zugewandte Verbindungsstelle zur Absicherung der Spannungsfestigkeit mindestens 3 mm papierisolieren

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2018
Weitergabe sowie Verarbeitung dieser Zeichnung sind verbitten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Alle Rechte vorbehalten.
diese Teile bestehen aus isolierenden Materialien

Bereich mit Teilen auf Hochspannungspotential

Potential
Transformatordeckel
c a. 715

ca. 35

c a. 152

71,5 ca.
35 ca.
152 ca.

Potential
Transformatordeckel

c a. 715

ca. 35

c a. 152

71,5 ca.
35 ca.
152 ca.

Bereich mit Teilen auf Hochspannungspotential

Diese Teile bestehen aus isolierenden Materialien im Bereich mit Teilen auf Hochspannungspotential.
Stufenschalter ECOTAP® VPD®
40,5 kV, 17 Betriebsstellungen (schematisch)
Maßzeichnung

obere, dem Transformatordeckel zugewandte Verbindungsstelle zur Absicherung der Spannungsfestigkeit mindestens 3 mm papierisoliert.
Wahleranschlusskontakte
Ableitkontakt

8x M8
MA = 16 Nm

13

A

344,5

310,2

125,8

310,2

133,8

232

365

5 - 10

162

181

133,8

344,5

1:21091382

1:3

1:3

© MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH 2018 Weitergabe sowie Vervielfältigung des Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.


Stufenschalter ECOTAP® VPD®
1-Phasig, 36 kV, 9 Betriebsstellungen links (schematisch)

Maßzeichnung

Gewicht ca. 15,5 kg
Verdrängungsvolumen ca. 2,8 dm³

Dichtfläche auf Innenseite der Transformatorwand darf nicht lackiert werden, nur grundiert

Erdungsschraube M8

7x M6
MA = 6 Nm

Transformatorwand

Materialnummer 101206370D Blatt 1/3

Verwendet mit ausdrücklicher Genehmigung
Diese Teile bestehen aus isolierenden Materialien.

Bereich mit Teilen auf Hochspannungspotential.

Potential

Transformatorwand
Stufenschalter ECOTAP® VPD®
1-Phasig, 36 kV, 9 Betriebsstellungen rechts (schematisch)
Maßzeichnung
12.3 Hochspannungsschaltbilder
STUFEN / STEPS

BETRIEBSSTELLUNGEN
SERVICE POSITIONS

VERSCHIEDENE SPANNUNGEN
DIFFERENT VOLTAGES

JUSTIERSTELLUNG
ADJUSTMENT POSITION

STELLUNG DES GROBWÄHLERS
POSITION OF COARSE TAP SELECTOR

BETRIEBSSTELLUNG
SERVICE POSITION

BEZEICHNUNG DER WÄHLERKONTAKTE
DESIGNATION OF TAP SELECTOR CONTACTS

BEZEICHNUNG DER STELLUNGEN
DESIGNATION OF POSITIONS

REGELBEREICH (kV)
REGULATION RANGE (kV)

MOTORANTRIEB
MOTOR DRIVE UNIT

MR VERBINDUNGEN
MR CONNECTIONS

KUNDEN VERBINDUNGEN
CUSTOMER CONNECTIONS

ECOTAP® VPD III 30D-40,5-09 17 1G

KONFIG

30.11.2018

KUNDEN VERBINDUNGEN
CUSTOMER CONNECTIONS

BETRIEBSSTELLUNGEN
SERVICE POSITIONS

VERSCHIEDENE SPANNUNGEN
DIFFERENT VOLTAGES

JUSTIERSTELLUNG
ADJUSTMENT POSITION

STELLUNG DES GROBWÄHLERS
POSITION OF COARSE TAP SELECTOR

BETRIEBSSTELLUNG
SERVICE POSITION

BEZEICHNUNG DER WÄHLERKONTAKTE
DESIGNATION OF TAP SELECTOR CONTACTS

BEZEICHNUNG DER STELLUNGEN
DESIGNATION OF POSITIONS

REGELBEREICH (kV)
REGULATION RANGE (kV)

MOTORANTRIEB
MOTOR DRIVE UNIT

ECOTAP® VPD III 30D-40,5-09 17 1G

KONFIG

30.11.2018