

Mit Energie in die Zukunft



# TPM Air

**SF<sub>6</sub>-freie** Ringkabelschaltanlage bis zu 24 kV



[www.zpue.com](http://www.zpue.com)

## Einführung

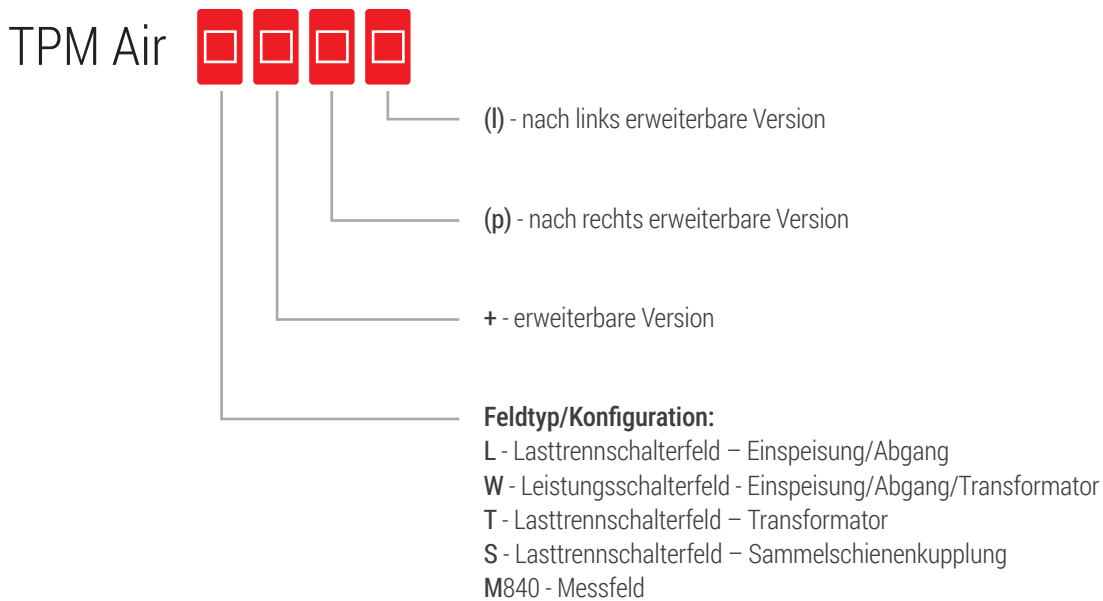
Die TPM Air ist eine moderne Ringkabelschaltanlage für den Einsatz in Mittelspannungsnetzen. Die Konstruktion der Schaltanlage basiert auf Trockenluftisolierung und Vakuumschalttechnik, wobei ausschließlich natürliche Bestandteile der Umgebungsluft verwendet werden. Dadurch wird eine vollständige Übereinstimmung mit den aktuellen Umweltschutzstandards und zukünftigen Vorschriften in Bezug auf Treibhausgase gewährleistet.

Die TPM Air erfüllt die Anforderungen an Verteilerschaltanlagen und verbindet ökologische Verantwortung mit den bewährten und bekannten Vorteilen des TPM-Schaltanlagenkonzepts. Es handelt sich um eine bahnbrechende und zukunftssichere Lösung, die einen sicheren, kostengünstigen und langfristigen Betrieb von Mittelspannungsnetzen gewährleistet.

## Produktübersicht

- kompakte Abmessungen der Schaltanlage bei hervorragenden technischen Parametern,
- hohe Betriebssicherheit dank einer an allen Seiten störlichtbogenfesten Schaltanlagenkonstruktion,
- flexible Konfiguration durch eine Reihe von Feldern, die für verschiedene Zwecke geeignet sind: Kabel, Transformator, Leistungsschalter, Kupplung und Messung,
- erweiterbares Design – die Schaltanlage kann mit zusätzlichen Einheiten erweitert werden (muss bei der Bestellung berücksichtigt werden); jede Einheit kann als erweiterbar hergestellt werden,
- vorbereitet für die Integration mit Fernsteuerungs- und Überwachungssystemen, z. B. Smart-Grid-Netzwerken,
- Erdungsschalter mit Kurzschlusseinschaltvermögen, der den Sicherheitseinsatz im Transformatorfeld beidseitig erdet,
- Tank aus säurebeständigem Edelstahl, mit trockener Luft unter Überdruck gefüllt; die gekapselte Bauweise gewährleistet einen wartungsfreien Betrieb während der gesamten Lebensdauer,
- Isoliermedium aus natürlichen Bestandteilen der Umgebungsluft mit einem Treibhauspotenzial (GWP) von Null.

# Mögliche Kennzeichnungen/Benennungsschema



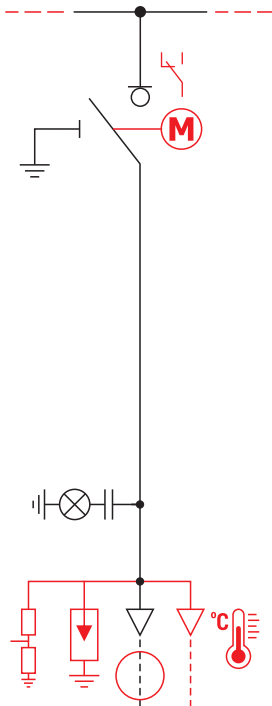
## Normen

- IEC 62271-1 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen“,
- IEC 62271-200 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV“,
- IEC 62271-100 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 100: Wechselstrom-Leistungsschalter“,
- IEC 62271-102 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 102: Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter“,
- IEC 62271-103 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 103: Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV“,
- IEC 62271-105 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 105: Wechselstrom-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV“,
- IEC 62271-213 - „Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 213: Spannungsprüf- und -anzeigesysteme“.

## L – Ringkabelfeld

### PARAMETER

$U_r$	24 kV
$f_r$	50/60 Hz
$U_d$	50/60 kV
$U_p$	125/145 kV
$I_r$	630 A
$I_k$	bis zu 20 kA (1s)
$I_p$	bis zu 50 kA
$I_{ma}$	bis zu 50 kA
$I_{cc2}$	70 A
$I_{ef1}$	210 A
	Lasttrennschalter Klasse M2, E3, C2
	Erdungsschalter Klasse M1, E2



### STANDARD AUSSTATTUNG:

- Konform mit EN 62271-103 – Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV,
- Konform mit EN 62271-102 – Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter,
- L-Feld als Einzelmodul mit Erweiterungsoption oder als Teil einer Mehrfeldkonfiguration innerhalb eines gemeinsamen Tanks (bis zu vier Felder),
- integrierter Dreistellungs-Lasttrennschalter mit Erdungsfunktion, dessen Aufbau auf gemeinsamen beweglichen Kontakten und getrennten festen Kontakten des Erdungs- und Lasttrennschalters basiert,
- Lasttrennschalter mit Vakuumschaltkammern zur Stromunterbrechung während des Schaltvorgangs,
- Handantrieb, der ein intuitives und leichtgängiges Manövrieren sowie schnelles Öffnen und Schließen des Schaltgeräts gewährleistet,
- Synoptik zur Anzeige des Status der Geräte und der Hauptstromkreise,
- Durchführungen vom Typ C mit M16-Gewinde, ausgestattet mit kapazitiven Spannungsteilern zur Verwendung mit Spannungsanzeigern im LRM-System und zur Integration mit elektromagnetischen Verriegelungen,
- Spannungsanzeiger (Kabel) im LRM-System,
- Manometer mit Zweizonen-Skala - Anzeige des absoluten Drucks der Trockenluft (250 kPa / 0,25 MPa bei 20 °C) – ein pro Tank,
- System mechanischer Verriegelungen zwischen den Geräten und den Kabelraumabdeckungen, um Fehlschaltungen zu verhindern – die Abdeckung kann nur bei geschlossenem Erdungsschalter entfernt werden,
- Sicherheitsventil (eines pro Tank), das sich öffnet, wenn der Druck im Tank aufgrund eines Störlichtbogens ansteigt, und die Gase nach unten in den Kabelkanal leitet, wodurch die Gefahr für das Personal vermieden wird.

### OPTIONALE AUSSTATTUNG:

- Gleichstrommotorantrieb 24 V (andere Spannungen auf Anfrage), kann vor Ort nachgerüstet werden,
- Drucksensor (Dichtemessgerät) mit Hilfskontakten – zur Verbindung mit Motorantrieb, Fernwirkanlage,
- Hilfskontakte zur Statusanzeige von Schaltgeräten in Fernwirkssystemen,
- Spannungssensoren – Spannungsteiler,
- Stromwandler, Stromsensoren, Rogowski-Spulen,
- Erdschlussstromwandler,
- Kurzschlussanzeiger,
- Niederspannungsschrank / Integration mit Fernwirktechnik,
- „EIN“-/„AUS“-Anzeige über Signalleuchten,
- Antikondensationsheizungen,
- erweiterbares Design - rechts und links erweiterbar,
- Schlüsselverriegelung für Betätigungsöffnung von Erdungsschalter und Lasttrennschalter,
- elektromagnetische Verriegelung für Betätigungsöffnung von Erdungsschalter,
- Überspannungsableiter,
- drahtlose Temperatursensoren AST-05, Teil des eTemp-Überwachungssystems.

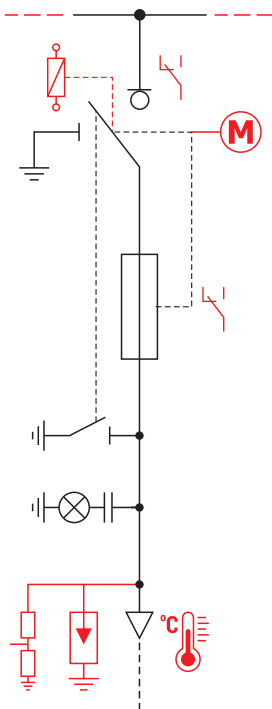
### HINWEIS:

- ↘ Optionale Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**.  
Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## T – Transformatorfeld

### PARAMETER

$U_r$	24 kV
$f_r$	50/60 Hz
$U_d$	50/60 kV
$U_p$	125/145 kV
$I_r$	250 A (Sicherungseinsatz 125 A)
$I_{ma}$	5 kA (Erdungsschalter)
$I_{transfer}$	1250 A
	Lasttrennschalter Klasse M2, E3
	Erdungsschalter Klasse M1, E2



### STANDARDAUSSTATTUNG:

- Konform mit EN 62271-105 – Wechselstrom-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen,
- Konform mit EN 62271-102 – Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter,
- T-Feld als Einzelmodul mit Erweiterungsoption oder als Teil einer Mehrfeldkonfiguration innerhalb eines gemeinsamen Tanks (bis zu vier Felder),
- Integrierter Dreistellungs-Lasttrennschalter mit Erdungsfunktion, dessen Aufbau auf gemeinsamen beweglichen Kontakten und getrennten festen Kontakten des Erdungs- und Lasttrennschalters basiert,
- Unterer Erdungsschalter, der die Erdung auf beiden Seiten der Sicherungseinsätze gewährleistet,
- Lasttrennschalter mit Vakuumschaltkammern zur Stromunterbrechung während des Schaltvorgangs,
- Handantrieb, der ein intuitives und leichtgängiges Manövrieren sowie schnelles Öffnen und Schließen der Schaltgeräte gewährleistet,
- Synoptik zur Anzeige des Status der Geräte und der Hauptstromkreise,
- Funktion eines Federspeicherantriebs, wodurch die Kontakte des Lasttrennschalters geöffnet werden, wenn MS-Einsätze mit thermischer Sicherung (Schlagbolzen) oder Auslösespule verwendet werden,
- Zustandsanzeige des Sicherungseinsatzes,
- Durchführungen vom Typ A mit Steckbuchsen, ausgestattet mit kapazitiven Spannungsteilern zur Verwendung mit Spannungsanzeigern im LRM-System,
- Spannungsanzeige (Kabel) im LRM-System,
- Manometer mit Zweizonen-Skala zur Anzeige des absoluten Drucks von Trockenluft (250 kPa / 0,25 MPa bei 20 °C) – eines pro Tank,
- System mechanischer Verriegelungen zwischen den Geräten und den Kabelraumabdeckungen, um Fehlschaltungen zu verhindern – die Abdeckung kann nur bei geschlossenem Erdungsschalter entfernt werden,
- Sicherheitsventil (eines pro Tank), das sich öffnet, wenn der Druck im Tank aufgrund eines Störlichtbogens ansteigt, und die Gase nach unten in den Kabelkanal leitet,
- Kabelschellen.

### OPTIONALE AUSSTATTUNG:

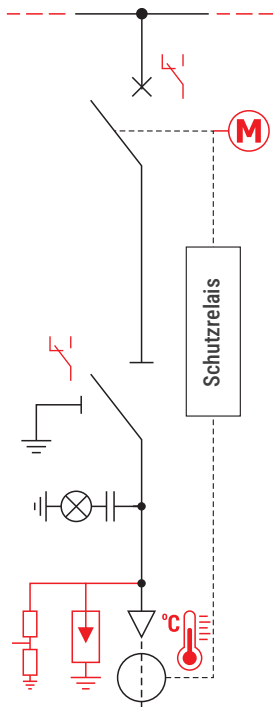
- Gleichstrommotorantrieb 24 V (andere Spannungen auf Anfrage), kann vor Ort nachgerüstet werden,
- Drucksensor (Dichtemessgerät) mit Hilfskontakten – zur Verbindung mit Motorantrieb, Fernwirktechnik,
- Hilfskontakte zur Statusanzeige von Schaltgeräten in Fernwirkssystemen,
- Sicherungseinsätze mit Temperaturbegrenzer (thermische Auslösung) gemäß IEC 60282-1 und DIN 43625,
- Spannungssensoren – Spannungsteiler,
- „EIN“-/„AUS“-Anzeige über Signalleuchten,
- Antikondensationsheizungen,
- Durchführungen vom Typ C mit M16-Gewinde, ausgestattet mit kapazitiven Spannungsteilern zur Verwendung mit Spannungsanzeigern im LRM-System,
- Erweiterbares Design - rechts und links erweiterbar,
- Schlüsselverriegelung für Betätigungsöffnung von Erdungs- oder Lasttrennungsschalter,
- Arbeitsstromauslöser – 24 V DC, 230 V AC/DC (andere Spannungen auf Anfrage),
- drahtlose Temperatursensoren AST-05, Teil des eTemp-Überwachungssystems.

### HINWEIS:

- ↘ Optionale Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**.  
Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## W – Leistungsschalterfeld

PARAMETER	
$U_r$	24 kV
$f_r$	50/60 Hz
$U_d$	50/60 kV
$U_p$	125/145 kV
$I_r$	630 A
$I_k$	bis zu 20 kA (1 s)
$I_{sc}$	bis zu 20 kA
$I_{eff}$	bis zu 20 kA
$I_{ma}$	bis zu 50 kA
$I_{cc2}$	31,5 A
Leistungsschalterklasse M2, E2, C2 Schaltfolge (0-0,3 s-C0-15 s-C0)	
Erdungsschalterklasse M1, E2	



### STANDARDAUSSTATTUNG:

- Konform mit EN 62271-100 – Wechselstrom-Leistungsschalter,
- Konform mit EN 62271-102 – Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter,
- W-Feld als Einzelmodul mit Erweiterungsoption oder als Teil einer Mehrfeldkonfiguration innerhalb eines gemeinsamen Tanks (bis zu vier Felder),
- Vakuum-Leistungsschalterbaugruppe, ausgelegt für einen Ausschaltstrom von 16 kA oder 20 kA, eingeschlossen in einem mit Trockenluft gefüllten Behälter,
- Dreistellungs-Leistungsschaltersystem, dessen Aufbau auf gemeinsamen beweglichen Kontakten und getrennten festen Kontakten des Erdungs- und Trennschalters basiert. Die Funktion des Trennschalters besteht darin, eine sichere, sichtbare Trennstrecke zu erzeugen,
- Manueller Federantrieb des Schalters für intuitive und leichte Handhabung sowie schnelles Ein- und Ausschalten der Schaltanlage. Der Antrieb verfügt über ein LS-Einspannungssystem, das einen schnellen Ein- und Ausschaltzyklus ermöglicht,
- Handantrieb des Dreistellung-Lasttrennschalters mit Erdungsfunktion, der eine intuitive und reibungslose Handhabung gewährleistet,
- Synoptik zur Anzeige des Status der Geräte und der Hauptstromkreise,
- Zustandsanzeige der LS-Einspannung,
- Autonomes Schutzsystem – bevorzugt AZZ-4 (ITR) oder WIC 1 (SEG), mit entsprechenden Stromwandlern,
- Durchführungen vom Typ C mit M16-Gewinde, ausgestattet mit kapazitiven Spannungsteilern zur Verwendung mit Spannungsanzeigern im LRM-System und zur Integration mit elektromagnetischen Verriegelungen,
- Spannungsanzeige (Kabel) im LRM-System,
- Manometer mit Zweizonen-Skala, Anzeige des absoluten Druck von Trockenluft (250 kPa / 0,25 MPa bei 20 °C) – eines pro Tank,
- mechanisches Verriegelungssystem zwischen Schaltvorrichtungen und Kabelraumabdeckungen, das Fehlschaltungen verhindert – Abdeckung kann nur bei geschlossenem Erdungsschalter entfernt werden,
- Sicherheitsventil (eines pro Tank), das sich öffnet, wenn der Druck im Tank aufgrund eines Störlichtbogens ansteigt, und die Gase nach unten in den Kabelkanal leitet, wodurch die Gefahr für das Personal vermieden wird,
- Spannungsanzeiger,
- Kabelschellen.

### OPTIONALE AUSSTATTUNG:

- Gleichstrommotorantrieb 24 V (andere Spannungen auf Anfrage), kann vor Ort nachgerüstet werden,
- Drucksensor (Dichtemessgerät) mit Hilfskontakten – zur Verbindung mit Motorantrieb, Fernwirktechnik,
- Hilfskontakte zur Statusanzeige von Schaltgeräten in Fernsteuerungssystemen,
- Andere Schutzsysteme als bevorzugte autonome Sicherungen, Feldsteuerungen, automatische Umschaltvorrichtungen (ATS),
- Spannungssensoren – Spannungsteiler,
- Stromwandler, Stromsensoren, Rogowski-Spulen, Erdschlussstromwandler,
- Niederspannungsschrank / Integration mit Fernwirktechnik,
- „EIN“-/„AUS“-Anzeige über Signalleuchten,
- Antikondensationsheizungen,
- Erweiterbares Design - rechts und links erweiterbar,
- Überspannungsableiter,
- Drahtlose Temperatursensoren AST-05, Teil des eTemp-Überwachungssystems.

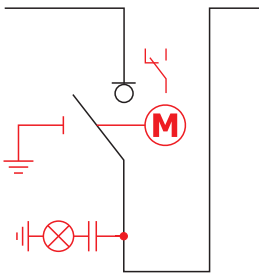
### HINWEIS:

- ↘ Optionale Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**.  
Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## S - Kupplungsfeld

### PARAMETER

$U_r$	24 kV
$f_r$	50/60 Hz
$U_d$	50/60 kV
$U_p$	125/145 kV
$I_r$	630 A
$I_k$	bis zu 20 kA (1s)
$I_p$	bis zu 50 kA
$I_{ma}$	bis zu 50 kA
	Lasttrennschalter Klasse M2, E3, C2
	Erdungsschalter Klasse M1, E2



### STANDARDAUSSTATTUNG:

- Konform mit EN 62271-103 – Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV,
- Konform mit EN 62271-102 – Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter,
- S-Feld als Einzelmodul, nach links und rechts erweiterbar,
- Lasttrennschalter, dessen Aufbau auf gemeinsamen beweglichen und festen Kontakten basiert,
- Lichtbogenlöschesystem für sichere Unterbrechung während des Schaltvorgangs,
- Handantrieb, der ein intuitives und leichtgängiges Manövrieren sowie schnelles Öffnen und Schließen der Schaltgeräte gewährleistet,
- Synoptik zur Anzeige des Status der Geräte und der Hauptstromkreise,
- Manometer mit Zweizonen-Skala, Anzeige des absoluten Drucks der Trockenluft (250 kPa / 0,25 MPa bei 20 °C),
- Sicherheitsventil (eines pro Tank), das sich öffnet, wenn der Druck im Tank aufgrund eines Störlichtbogens ansteigt, und die Gase nach unten in den Kabelkanal leitet, wodurch die Gefahr für das Personal vermieden wird.

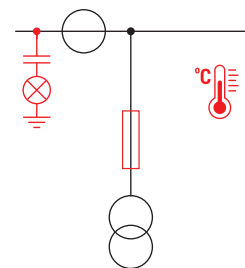
### OPTIONALE AUSSTATTUNG:

- Gleichstrommotorantrieb 24 V (andere Spannungen auf Anfrage), kann vor Ort nachgerüstet werden
- Erdungsschalter für den Hauptstromkreis des rechten Abschnitts,
- Spannungsanzeige für die Hauptstromkreise vor und nach dem Lasttrennschalter,
- Drucksensor (Dichtemesser) mit Hilfskontakten – zur Integration mit Motorantrieb, Fernwirktechnik,
- Hilfskontakte zur Statusanzeige von Schaltgeräten in Fernsteuerungssystemen,
- Schlüsselverriegelung für Betätigungsöffnung von Erdungs- oder Lasttrennungsschalter.

## M840 – Messfeld

### PARAMETER

$U_r$	24 kV
$f_r$	50/60 Hz
$U_d$	50/60 kV
$U_p$	125/145 kV
$I_r$	630 A
$I_k$	bis zu 20 kA (1s)
$I_p$	bis zu 50 kA



### STANDARDAUSSTATTUNG:

- Konform mit IEC 62271-200 – Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV,
- M840-Feld als Einzelmodul, nach links und rechts erweiterbar,
- Sammelschienensystem im Edelstahlbehälter,
- Satz von Spannungs- und Stromwandlern,
- Spannungsanzeige (Hauptstromkreise),
- Synoptik zur Anzeige des Status der Geräte und der Hauptstromkreise,
- Manometer mit Zweizonen-Skala, Anzeige des absoluten Drucks der Trockenluft (250 kPa / 0,25 MPa bei 20 °C),
- Sicherheitsventil (eines pro Tank), das sich öffnet, wenn der Druck im Tank aufgrund eines Störlichtbogens ansteigt, und die Gase nach unten in den Kabelkanal leitet, wodurch die Gefahr für das Personal vermieden wird.

### OPTIONALE AUSSTATTUNG:

- Antikondensationsheizungen,
- drahtlose Temperatursensoren AST-05, Teil des eTemp-Überwachungssystems.

### HINWEIS:

- ↘ Optionale Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**.  
Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## Sicherheit

- ↘ Die robuste Konstruktion der TPM Air-Schaltanlage gewährleistet eine hohe Betriebssicherheit.
- ↘ Tank aus rostfreiem und säurebeständigem Stahl, der eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse bietet,
- ↘ Die Verwendung abgeschirmter Kabelstecker gewährleistet Sicherheit, z.B. bei Wartungsarbeiten, wenn die Abdeckung entfernt ist und die Kabel unter Spannung stehen.
- ↘ Gasdruckanzeige (Manometer) zur Drucküberwachung des Isoliermediums (Trockenluft) im Tank,
- ↘ Standardmäßige Störlichtbogenfestigkeit von 20 kA,
- ↘ Durch einen Störlichtbogen verursachter Druckanstieg wird über ein Sicherheitsventil auf der Unterseite des Behälters sicher abgelassen, wodurch Gase in den Kabelkanal geleitet werden und Gefahren für das Personal ausgeschlossen werden.
- ↘ Antriebe ermöglichen zügiges Schalten,
- ↘ Jedes Feld der Schaltanlage ist mit Spannungsanzeiger ausgestattet, mit denen das Bedienpersonal die Spannungsfreiheit an den Durchführungsklemmen überprüfen kann.
- ↘ Ein übersichtlicher Schaltplan (Synoptik) erleichtert die Bedienung und die Statusablesung der Schaltgeräte,
- ↘ Mechanisches Verriegelungssystem ermöglicht das Öffnen der Kabelraumabdeckungen nur bei geschlossenem Erdungsschalter.
- ↘ Mechanische Verriegelungen zwischen den Geräten verhindern Fehlschaltungen.
- ↘ Optionale elektromagnetische Verriegelungen verhindern das Schließen des Erdungsschalters, wenn an den Kabeln Spannung anliegt.
- ↘ Ein Satz von Hilfskontakten liefert Statussignale der Schaltgeräte und gewährleistet so eine sichere Fernsteuerung.
- ↘ Beim Einsatz von Motorantrieben werden auch Druckschalter eingebaut, die eine sichere Fernsteuerung gewährleisten.

## Schaltanlagenraum - TPM Air

### ↘ Gasraum mit Schaltgeräten

Der Gasraum mit Schaltgeräten ist in einem Behälter aus rostfreiem und säurebeständigem Stahl untergebracht. Als Isoliermedium wird Trockenluft unter Überdruck verwendet, die eine sehr hohe Durchschlagfestigkeit bietet. Im Inneren des Behälters befinden sich Sammelschienen, Isolatoren und Schaltgeräte, zu denen je nach Konfiguration ein Dreistellungs-Lasttrennschalter mit Erdungsfunktion (ausgestattet mit Vakuum-Schaltkammern), ein Dreistellungs-Trennschalter mit Erdungsfunktion oder ein Vakuum-Leistungsschalter gehören können.

Jeder Tank ist mit einem Sicherheitsventil ausgestattet, das bei einem Störlichtbogen den Druck abbaut. Bei der TPM Air befindet sich das Ventil auf der Unterseite des Tanks, im Kabelanschlussraum in einem der Ringkabelfelder.

Die Durchführungsisolatoren enthalten kapazitive Spannungsanzeigern, die mit Spannungsanzeigern verbunden sind, die an der Frontplatte der Schaltanlage angebracht sind. Sowohl der Lasttrennschalter als auch die Antriebe sind äußerst langlebige und zuverlässige Geräte.

### ↘ Sicherungsraum

Im Sicherungsraum der Schaltanlage sind Sicherungseinsätze mit thermischem Schutz (thermischer Auslöser) in speziellen Isolierrohren gemäß IEC 60282-1 und DIN 43625 installiert. Diese Komponenten verhindern das Auftreten übermäßig hoher Temperaturen, unabhängig von deren Ursache.

Die Konstruktion des Sicherungsraums verhindert den Zugang vor dem Schließen des Erdungsschalters. Im Transformatorfeld kann der Lasttrennschalter erst betätigt werden, nachdem die Abdeckung des Sicherungsraums richtig geschlossen wurde.

Im Falle einer Sicherungsauslösung aktiviert der eingebaute Schlagbolzen den automatischen Mechanismus zum Öffnen des Lasttrennschalters im Transformatorfeld.

Das Wiedereinschalten des Lasttrennschalters ist erst nach dem Austausch der Sicherungseinsätze wieder möglich.

## ↘ Antriebsraum

Der Antriebsraum umfasst einen integrierten direkten Handantrieb (optional auch motorisiert) für den Lasttrenn- und Erdungsschalter oder Vakuum-Leistungsschalter. Zusätzlich ist der Transformatorraum mit einem Federspeicherantrieb ausgestattet, der ein automatisches Ausschalten des Lasttrennschalters nach Auslösung des Sicherungsauslösers oder bei Verwendung einer Auslösespule ermöglicht.

Der Zustand der Sicherung wird auf der Vorderseite des Antriebs angezeigt. Ein Manometer, das entsprechend dem Nominalzustand in Abhängigkeit von der Temperatur kalibriert ist, befindet sich im Antriebsraum und zeigt den Druck des Isoliergases im Tank an. Die Spannungsanzeiger (Kabel) befinden sich auf der Vorderseite der Schaltanlage.

## ↘ Kabelanschlussraum

Im Kabelanschlussraum wird die Schaltanlage mit Hilfe von Kabelsteckern an die Kabel des Stromnetzes angeschlossen. Die einzelnen Felder des Kabelanschlussraums sind durch Metalltrennwände voneinander getrennt.

Jeder Kabelanschlussraum ist ausgestattet mit:

- Durchführungen vom Typ C für Einspeisungs-, Abgangs- und Transformatorfelder, die mit Leistungsschaltern ausgestattet sind,
- Durchführungen vom Typ A für Transformatorfelder, die mit Mittelspannungssicherungen ausgestattet sind,
- Kabelschellen,
- Erdungsklemmen für Rückleiter.

Zusätzlich können in jedem Feld folgende Komponenten installiert werden:

- Wandler für Sicherungen, Rogowski-Spulen,
- Spannungssensoren,
- Überspannungsableiter,
- kombinierte Systeme mit tiefen Abdeckungen, wie z. B.: zwei Stecker pro Phase, Stecker + Spannungssensor, Stecker + Überspannungsableiter, zwei Stecker pro Phase + Spannungssensor, zwei Stecker pro Phase + Überspannungsableiter, Stecker + Überspannungsableiter + Spannungssensor.

Die TPM Air ist für den Anschluss von Kabeln mit Querschnitten bis zu 240 mm<sup>2</sup> ausgelegt (als Standard), z. B. kunststoffisolierte Kabel wie YHAKXS, YHKX, XUHAKXS oder XRUHKS.

Umgebungsbedingungen	
UMGEBUNGSTEMPERATUREN	
- kurzzeitiger Spitzenwert	+40°C
- höchster Tagesdurchschnitt	+35°C
- minimale Temperatur	
- ohne Sekundärkreise	-25°C
- mit Sekundärkreisen	-5°C / -15°C/-25°C <sup>1)</sup>
RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT	
- höchster Tagesdurchschnitt	95%
- höchster Monatsdurchschnitt	90%
VIBRATIONEN	Durch äußere Einflüsse oder Erdbeben verursachte Vibrationen vernachlässigbar
INTERNER SCHUTZ	
- Schalterraum (Edelstahltank)	IP 67
- Antriebs- und Kabelanschlussraum	IP 4X
VERSCHMUTZUNGSBEDINGUNGEN	
- erhebliche Verschmutzung durch Salz, Dampf, Staub, Rauch, brennbare Gase	KEINE
- korrosionsverursachend	KEINE
- Vereisung, Frost und Tau	KEINE

1) Sofern der Hersteller der Mess-, Regel- und Schutzgeräte nichts anderes angegeben hat.

# Nennparameter

## Nennparameter - Schaltanlage – TPM-Air

Bemessungsspannung	$U_r$	24 kV
Bemessungsfrequenz / Anzahl der Phasen	$f_r$	50 / 60 Hz / 3
Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung	$U_d$	50 kV / 60 kV
Bemessungs-Stehblitzstoßspannung	$U_p$	125 kV / 145 kV
Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A
Bemessungs-Kurzzeitstrom der Hauptstromkreise	$I_k$	16 kA (1s) / 20 kA (1s)
Bemessungs-Stoßstrom der Hauptstromkreise	$I_p$	40 kA / 50 kA
Störlichtbogenfestigkeit	$I_A$	20 kA (1s)
IAC-Klassifizierung (Störlichtbogenqualifikation)		AFLR
Schutzart		IP4X (IP54 optional)
Stoßfestigkeitsgrad		IK10

## Nennparameter – Dreistellungs-Lasttrennschalter, Ringkabelfeld (L)

Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	50 kA
Bemessungs-Netzlast-Ausschaltstrom	$I_{load}$	630 A
Bemessungs-Leitungsringausschaltstrom	$I_{loop}$	630 A
Bemessungs-Kabelausschaltstrom	$I_{cc2}$	70 A
Bemessungs-Freileitungsausschaltstrom	$I_{lc}$	20 A
Bemessungs-Erdschluss-Ausschaltstrom	$I_{ef1}$	210 A
Bemessungs-Kabel-Freileitungsausschaltstrom bei Erdschluss	$I_{ef2}$	121 A
Lasttrennschalterklasse		M2 (5 000 CO), E3, C2
Erdungsschalterklasse		M1, E2

## Nennparameter – Dreistellungs-Lasttrennschalter mit Sicherungen, Transformatorfeld (T)

Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	250 A
Maximaler Strom des Sicherungseinsatzes mit thermischem Schutz		125 A
Bemessungs-Übergangstrom	$I_{transfer}$	1250 A
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	5 kA
Lasttrennschalterklasse		M2, E3
Maximale Transformatorleistung	6 kV	800 kVA
	10 kV	1000 kVA
	15 kV	1600 kVA
	20 kV	2000 kVA

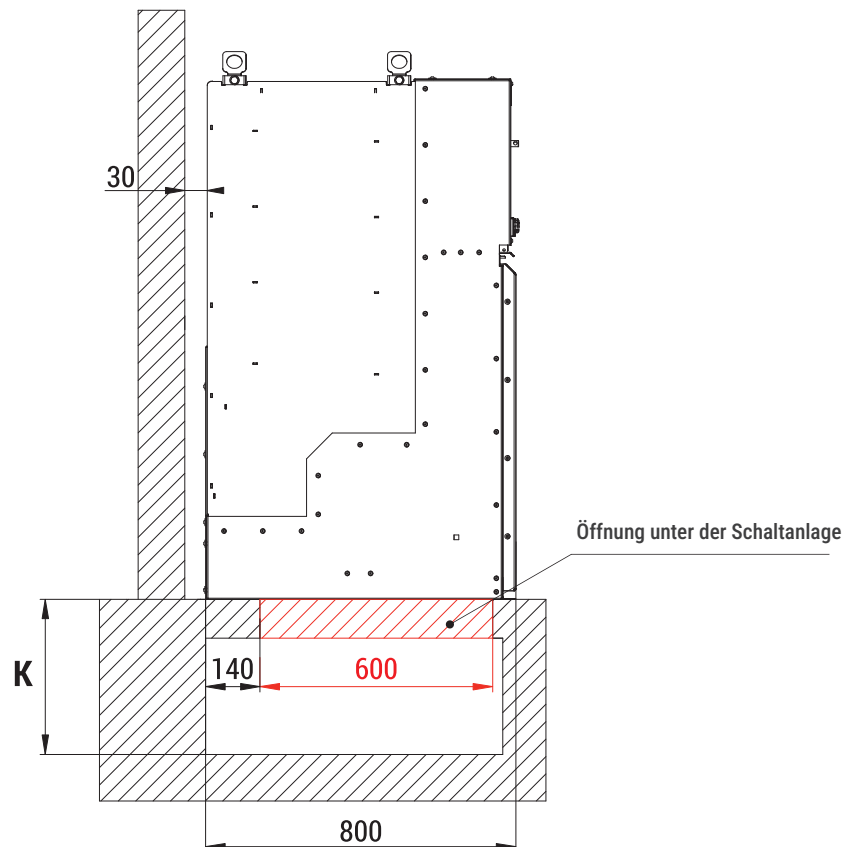
## Nennparameter – Leistungsschalter, Leistungsschalterfeld (W)

Bemessungs-Betriebsstrom	$I_r$	630 A
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	$I_{ma}$	40 kA / 50 kA
Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom	$I_{sc}$	16 kA / 20 kA
Bemessungs-Erdschlussausschaltstrom	$I_{ef1}$	16 kA / 20 kA
Bemessungs-Leerlauf-Kabelausschaltstrom	$I_{cc2}$	31,5 A
Leistungsschalterklasse		M2 (10 000 CO), E2, C2
Schaltfolge		0-0,3s-CO-15s-CO

Die Nennströme der von führenden Herstellern empfohlenen Sicherungseinsätze zum Schutz von Primärstromkreisen von Transformatoren mit Nennspannungen von 6 kV, 10 kV, 15 kV und 20 kV sollten unter Berücksichtigung der Normen IEC 60282-1 und DIN 43625 mit einem Temperaturbegrenzer (thermischen Schutz) ausgewählt werden.

# Kabelkanal

Die Tiefe des Kabelkanals für Trockenkabel sollte auf der Grundlage des in der technischen Dokumentation für den jeweiligen Kabeltyp angegebenen Mindestbiegeradius in Abhängigkeit von dessen Außendurchmesser gewählt werden. Ein Beispiel für die empfohlene Kabelkanaltiefe ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Durch die Verwendung eines Erhöhungssockels oder eines technischen Bodens kann die Notwendigkeit für den Einsatz eines vertieften Kanals verringert oder vollständig verzichtet werden, was insbesondere bei Installationen mit begrenztem Einbauraum von Vorteil sein kann.



## Einadriges Trockenkabel

Kabelquerschnitt (mm <sup>2</sup> )	Biegeradius (mm)	Kanaltiefe K (mm)
50	370	400
70	400	430
95	440	470
120	470	500
150	500	550
185	540	600
240	590	700

# Kabelstecker

Die TPM Air ist mit Kabelsteckern aller führenden Hersteller kompatibel, darunter Cellpack, Nexans (Euromold) und TE Connectivity (Raychem). Eine detaillierte Liste der empfohlenen Steckern für den Einsatz in Mittelspannungsschaltanlagen finden Sie in den folgenden Tabellen.

## Ringkabelfelder (L) und Leistungsschalterfelder (W) – Schnittstelle Typ C

Kabeltyp	Kabelausrüstung					Anmerkungen
	Hersteller	Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Kabelstecker	Überspannungsableiter	Spannungssensor	
Einadrig mit Kunststoffisolation, z. B. YHAKXs, YHKX, XUHAKXs, XRUHKs, ...	Cellpack	25-240	CTS 630A	CTKSA	UR56 (ITR)	Für Kabelquerschnitte > 240 mm <sup>2</sup> , mehrere Kabel pro Phase oder andere Arten von Kabelanschlüssen wenden Sie sich bitte an den Hersteller.
	Nexans	25-240	K480TB	800PB-10SA	UR66 (ITR)	
	TYCO ELECTRONIC	25-240	RSTI	RSTI – CC	UR56 (ITR)	

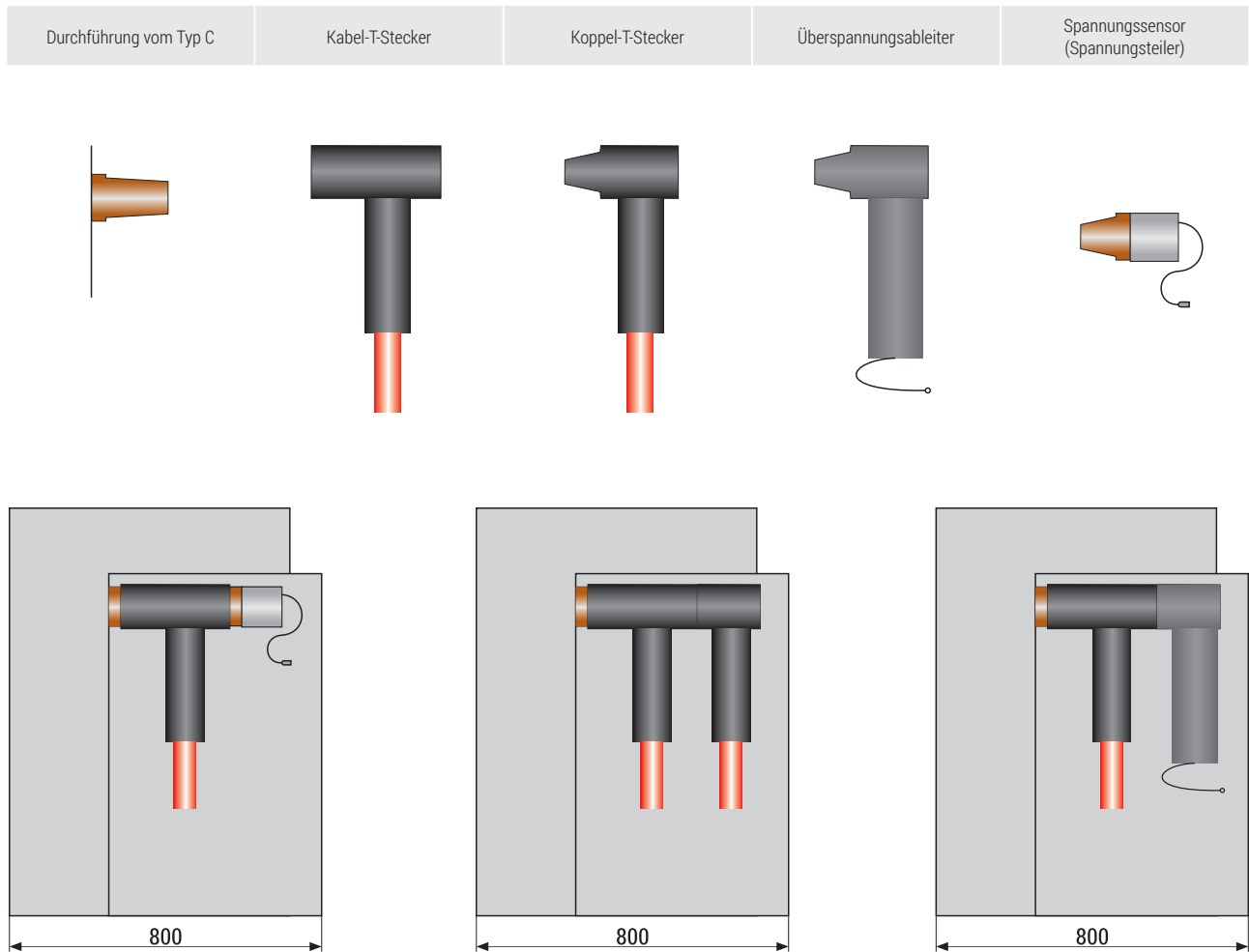
## Transformatorfelder (T) – Schnittstelle Typ A

Kabeltyp	Kabelausrüstung			Anmerkungen
	Hersteller	Kabelquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Kabelstecker	
Einadrig mit Kunststoffisolation z. B. YHAKXs, YHKX, XUHAKXs, XRUHKs, ...	Cellpack	16-150	CWS 250A	Für Kabelquerschnitte > 240 mm <sup>2</sup> , mehrere Kabel pro Phase oder andere Arten von Kabelanschlüssen wenden Sie sich bitte an den Hersteller.
	Nexans	25-150	K200LR	
	TYCO ELECTRONIC	35-70	RSES 525 – B	

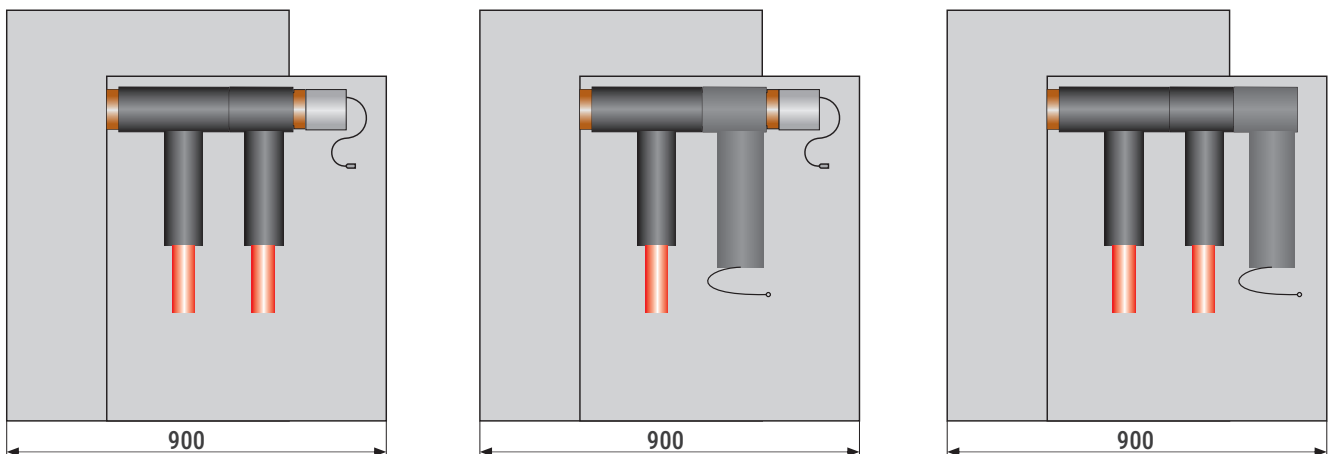
### 🔪 HINWEIS:

Unter der Schaltanlage ist in jedem Fall ein Kabelkanal erforderlich. Alternativ kann die Schaltanlage auf einem Erhöhungssockel oder auf einem technischen Boden installiert werden.

## Anschlussmöglichkeiten – Standard-Kabelabdeckung



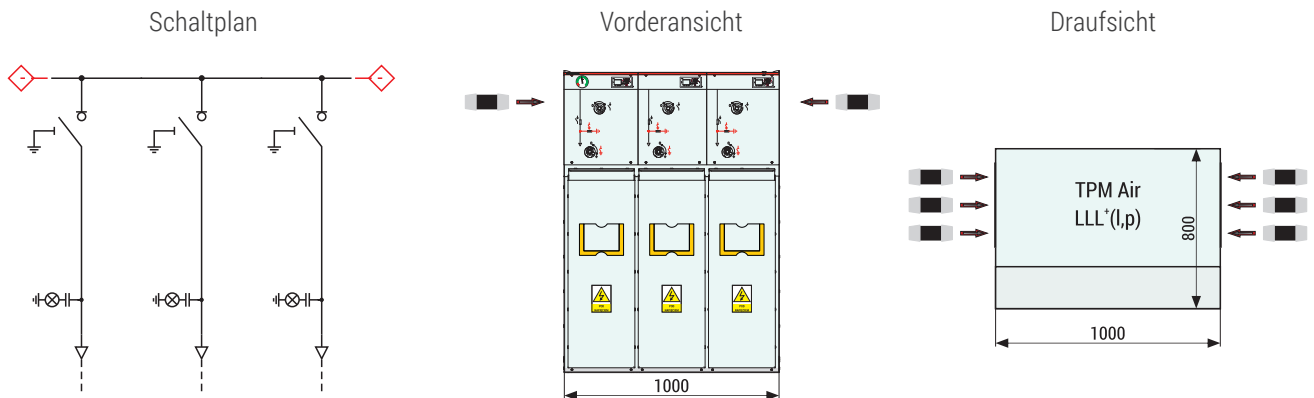
## Anschlussoptionen – tiefe Kabelabdeckung



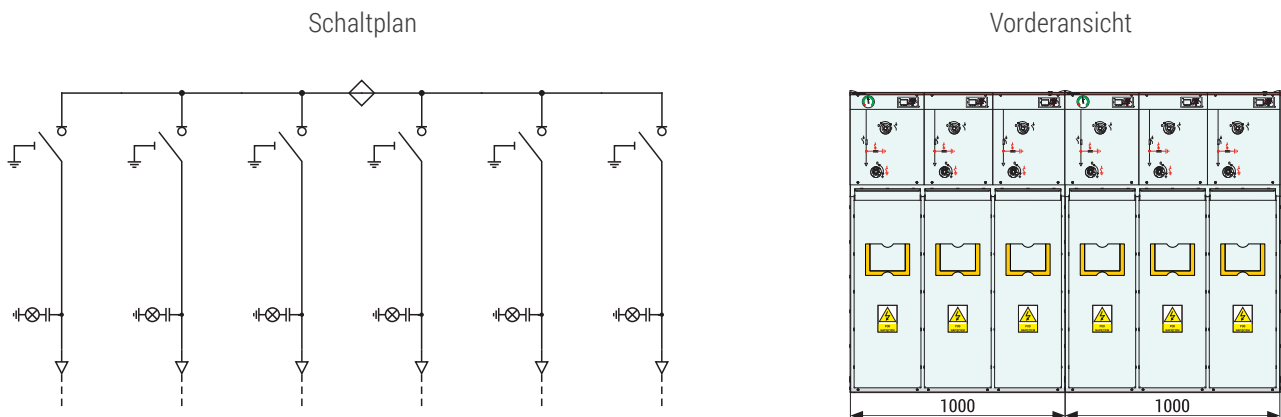
# Verfahren zum Verbinden erweiterbarer Anlagen

Die TPM Air bietet die Möglichkeit der Erweiterung um zusätzliche Module (dies muss jedoch in der Angebots- und Bestellphase berücksichtigt werden). Die Anschlussmethoden sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Detaillierte Informationen finden Sie in der technischen Dokumentation der Schaltanlage.

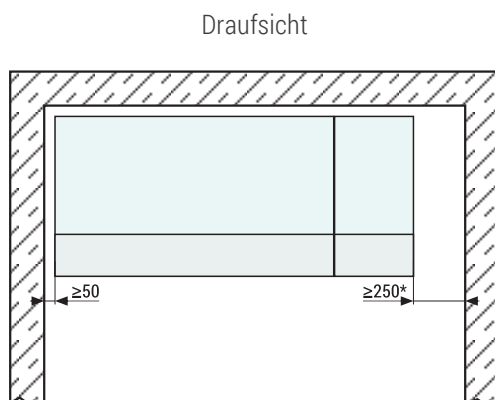
## ➤ Beispiel 1. Anordnung LLL + (l, p)



## ➤ Beispiel 2. Seitliche Erweiterung von Schaltanlagen LLL+ (p)+LLL+ (l)



## ➤ Beispiel 3. Erforderlicher Platzbedarf für den ordnungsgemäßen Anschluss der Schaltanlage



\* Mindestplatzbedarf für die Installation eines zusätzlichen Moduls

# Typische Konfigurationen – Einzelfelder

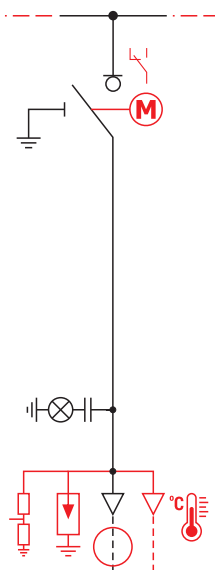
**L (Ringkabelfeld)**



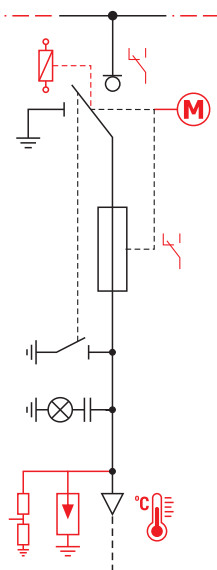
Konfiguration	Breite [mm]	Tiefe [mm]		Höhe [mm]
L	365	800	925*	1400
T	445	800		1400
W	515	800	925*	1400
S	490	800		1400

\* vertiefte Kabelraumabdeckung

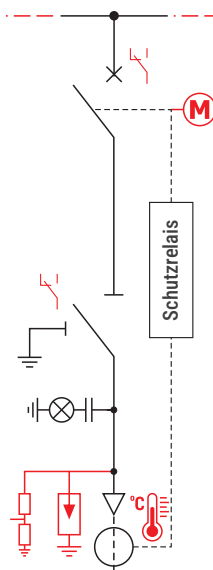
**L (Ringkabelfeld)**



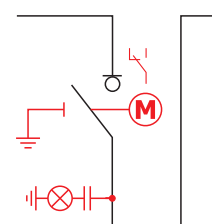
**T (Transformatorfeld)**



**W (Leistungsschalterfeld)**



**S (Kupplungsfeld)**



**HINWEIS:**

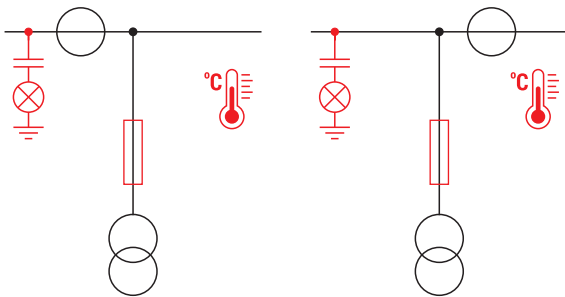
- Optionale Ausstattung ist im Schaltplan rot markiert. Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## Typische Konfigurationen – Einzelfelder

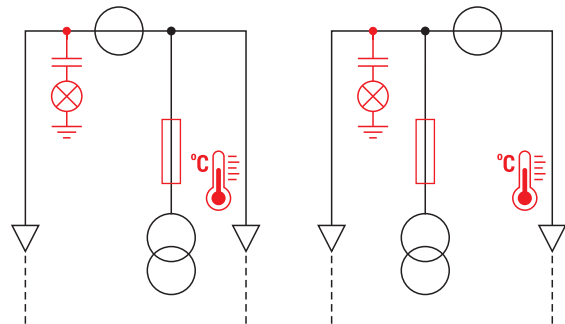
**M840 (Messfeld)**



**M840 (Messfeld)**



**M840 KK (Messfeld – Kabelanschluss)**



# Typische Konfigurationen – Zweifeldsysteme

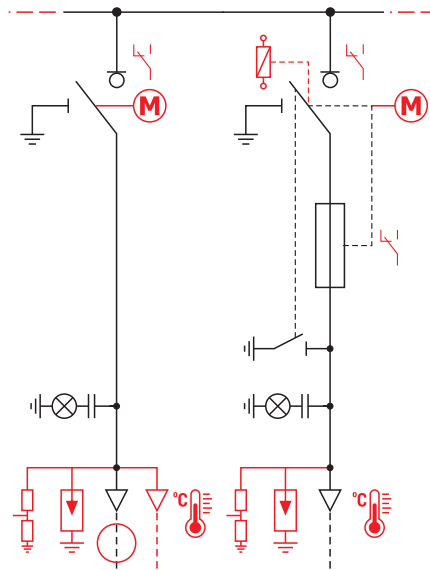
LT (Ringkabelfeld, Transformatorfeld)



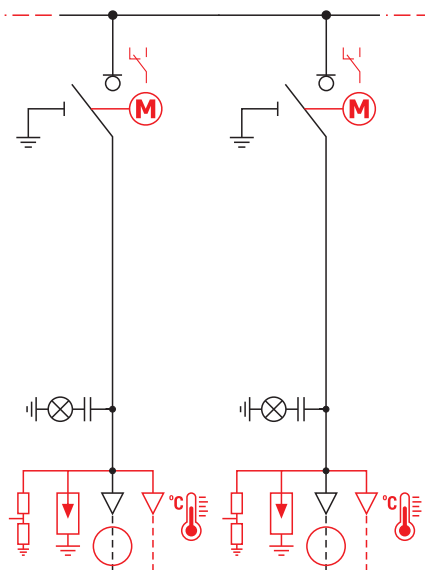
Konfiguration	Breite [mm]	Tiefe [mm]	Höhe [mm]
LL	680	800	925* 1400
LT	740	800	925* 1400
LW	900	800	925* 1400

\* vertiefte Kabelraumabdeckung

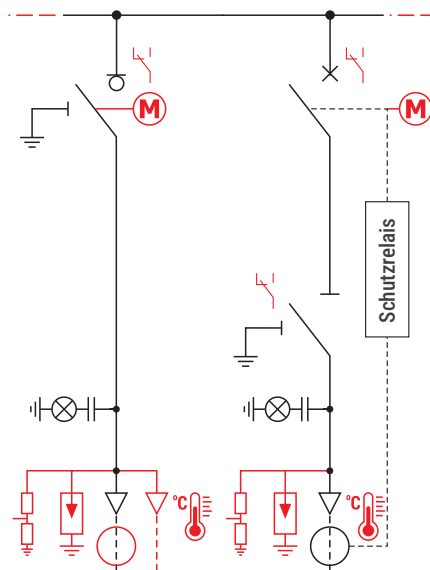
LT (Ringkabelfeld, Transformatorfeld)



LL (2 Ringkabelfelder)



LW (Ringkabelfeld, Leistungsschalterfeld)

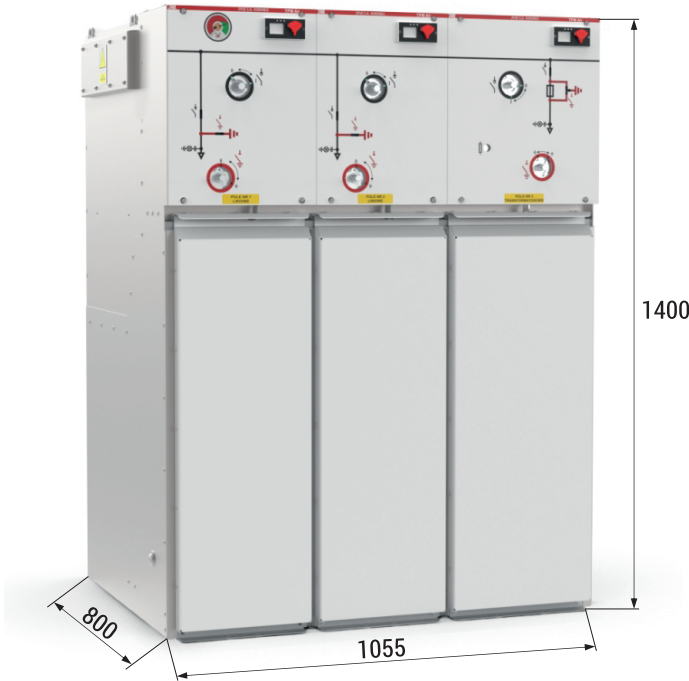


**HINWEIS:**

- Optionale Ausstattung ist im Schaltplan rot markiert.
- Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

# Typische Konfigurationen – Dreifeldsysteme

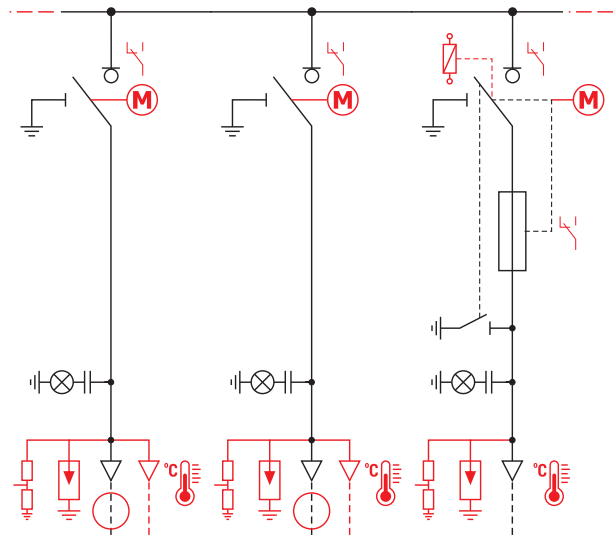
**LLT (2 Ringkabelfelder, Transformatorfeld)**



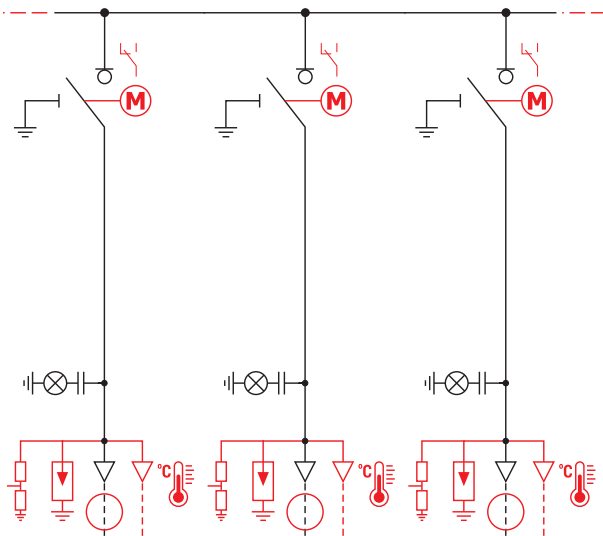
Konfiguration	Breite [mm]	Tiefe [mm]	Höhe [mm]
LLL	1000	800	925* 1400
LLT	1055	800	925* 1400
LLW	1130	800	925* 1400

\* vertiefte Kabelraumabdeckung

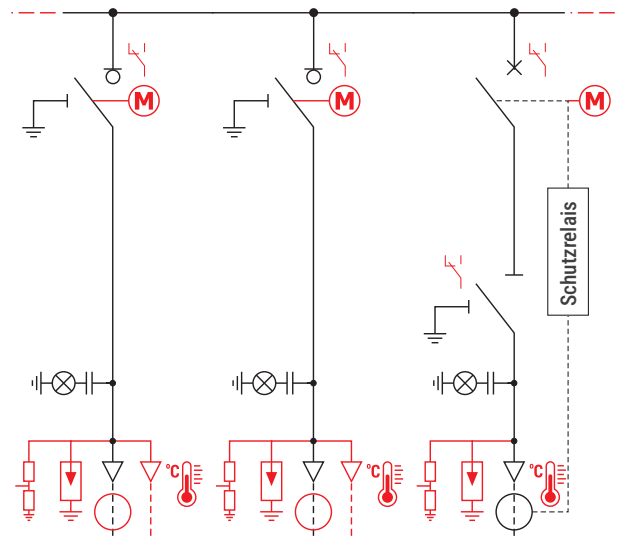
**LLT (2 Ringkabelfelder, Transformatorfeld)**



**LLL (3 Ringkabelfelder)**



**LLW (2 Ringkabelfelder, Leistungsschalterfeld)**

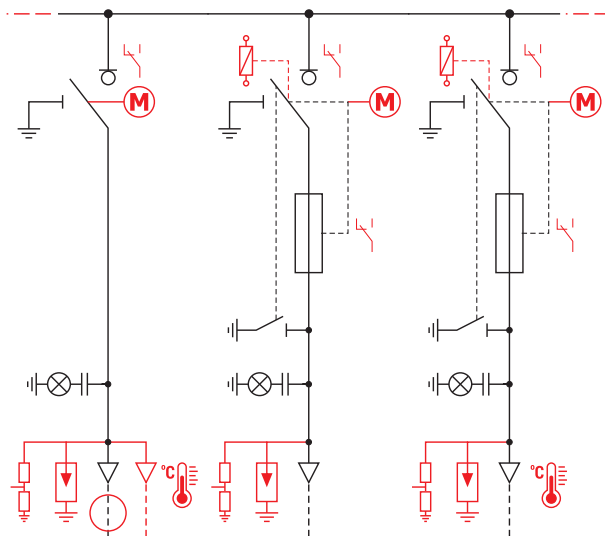


## Typische Konfigurationen – Dreifeldsysteme

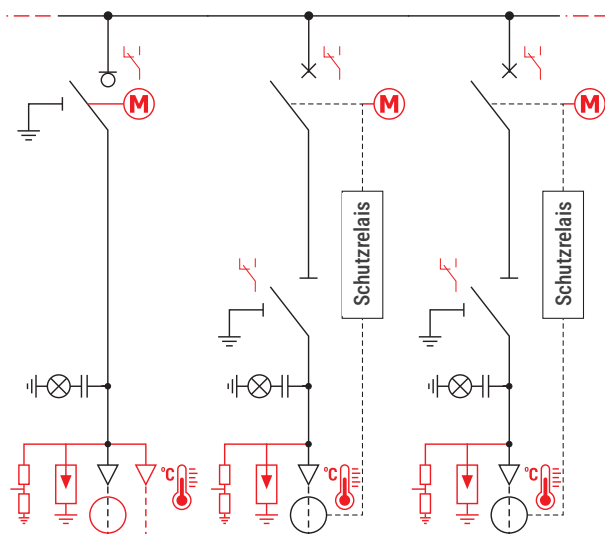
Konfiguration	Breite [mm]	Tiefe [mm]		Höhe [mm]
LTT	1100	800	925*	1400
LWW	1200	800	925*	1400

\* vertiefte Kabelraumabdeckung

### LTT (Ringkabelfeld, 2 Transformatorfelder)



### LWW (Ringkabelfeld, 2 Leistungsschalterfelder)

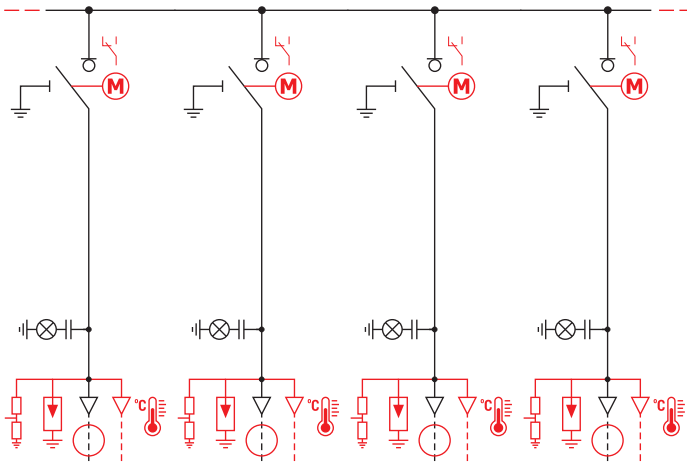


#### HINWEIS:

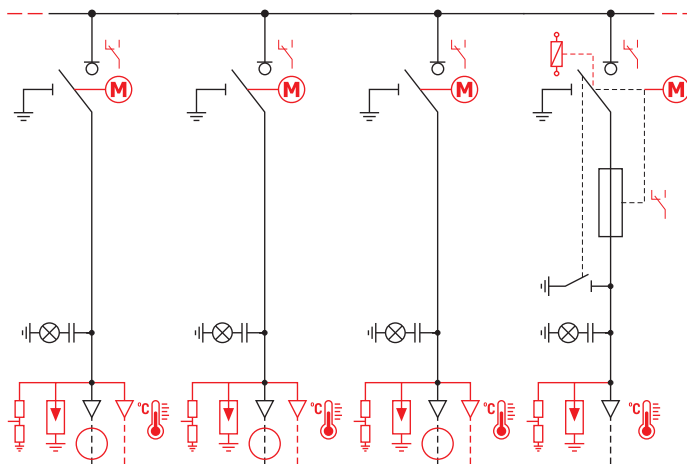
- Optionale Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**. Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

## Typische Konfigurationen – Vierfeldsysteme

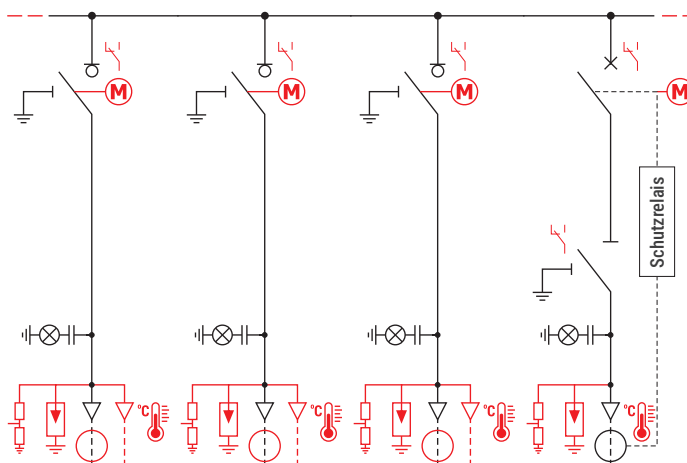
LLLL (4 Ringkabelfelder)



LLLT (3 Ringkabelfelder, Transformatorfeld)

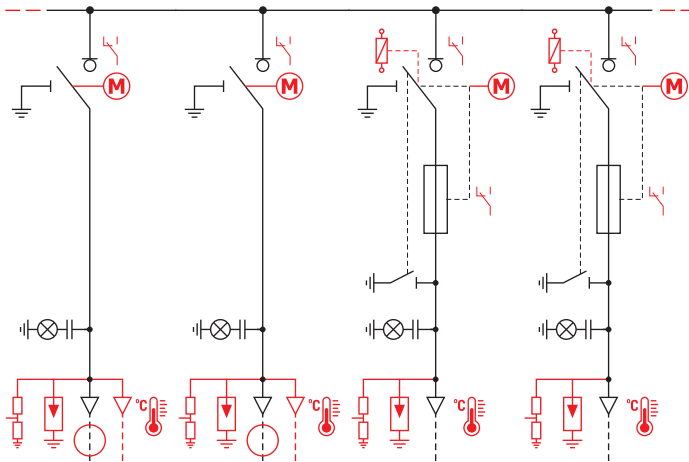


LLLW (3 Ringkabelfelder, Leistungsschalterfeld)

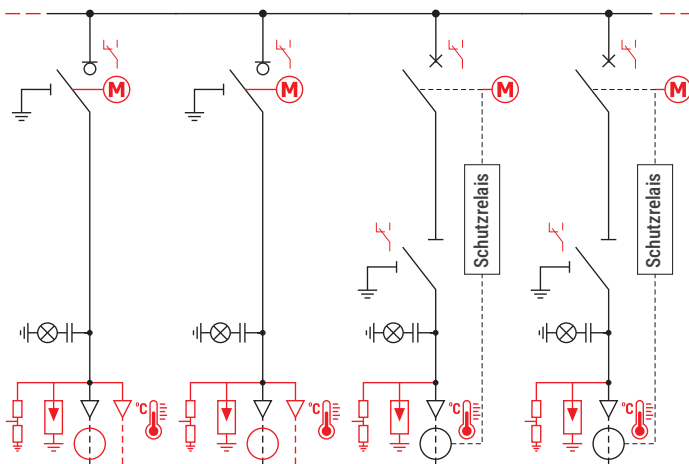


## Typische Konfigurationen – Vierfeldsysteme

### LLTT (2 Ringkabelfelder, 2 Transformatorfelder)



### LLWW (2 Ringkabelfelder, 2 Leistungsschalterfelder)



Konfiguration	Breite [mm]	Tiefe [mm]	Höhe [mm]
LLLL	1315	800	925* 1400
LLLT	1375	800	925* 1400
LLLW	1450	800	925* 1400
LLTT	1425	800	925* 1400
LLWW	1550	800	925* 1400

\* vertiefte Kabelraumabdeckung

#### HINWEIS:

- Optionaler Ausstattung ist im Schaltplan **rot markiert**. Einige Ausstattungsoptionen können sich möglicherweise gegenseitig ausschließen oder die Verwendung einer tiefen Abdeckung des Kabelraums erfordern.

---

Notizen

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# Kontakt

## DACH – Deutschland

---

### ZPUE GmbH

Marlene-Dietrich-Allee 14,  
14482 Potsdam  
potsdam@zpue.com

### Key Account Manager

**Michael Drag**  
+49 162 318 7305  
michael.drag@zpue.com

### Geschäftsführer

**Tomasz Gruchala**  
+49 174 681 1623  
tomasz.gruchala@zpue.com

### Vertriebsingenieur

**Michał Deska**  
+49 173 728 8376  
michal.deska@zpue.com

### Vertriebsleiter

**Adrian Nowak**  
+48 515 116 058  
adrian.nowak3@zpue.pl

### Vertriebsingenieur

**Lidia Kostecka**  
+49 162 318 5588  
lidia.kostecka@zpue.com