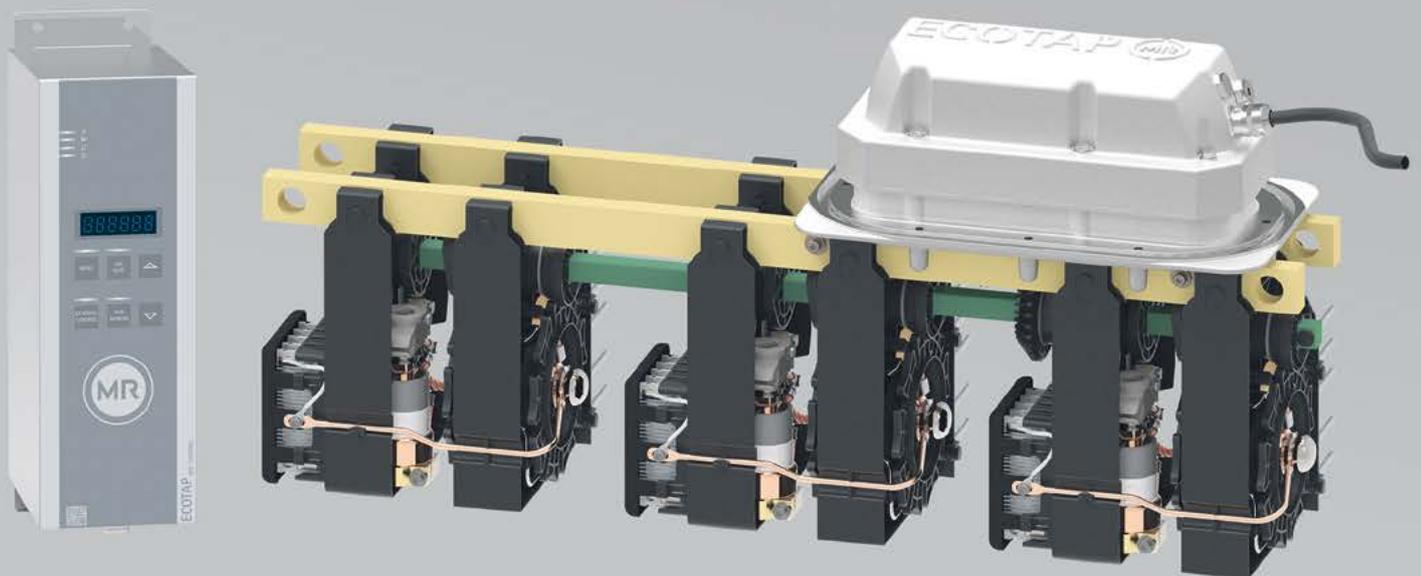




ECOTAP[®] VPD[®]

DIE KOMPAKTKLASSE FÜR
VERTEILTRANSFORMATOREN.

WWW.REINHAUSEN.COM





LASTSTUFENSCHALTER MIT VAKUUMTECHNOLOGIE JETZT AUCH FÜR VERTEILTRANSFORMATOREN.

Kompakt, zuverlässig und wartungsfrei: Durch die überlegene Vakuumtechnologie für Laststufenschalter der Maschinenfabrik Reinhausen (MR) werden Verteiltransformatoren regelbar. Sie halten die Spannung in öffentlichen, industriellen und privaten Verteilungsnetzen stabil, indem sie Schwankungen in der Mittel- und gegebenenfalls Hochspannung ausgleichen und auf Einspeise- und Lastveränderungen in der Niederspannungsebene dynamisch reagieren.

Multitalente: Regelbare Verteiltransformatoren

- ▮ stabilisieren Netze mit knapp bemessener Kurzschlussleistung
- ▮ ermöglichen die Netzintegration erneuerbarer Energie ohne teuren Netzausbau
- ▮ erhöhen die Betriebseffizienz elektrischer Netze
- ▮ stabilisieren industrielle Prozesse
- ▮ helfen Energiekosten im betrieblichen Umfeld zu reduzieren
- ▮ erleichtern den kosteneffizienten, Grid-Code-konformen Anschluss von Wind- und Solarparks

Bewährtes Konzept aus dem Übertragungsnetz

Regelbare Transformatoren, die das Übersetzungsverhältnis und damit die Spannungen dynamisch veränderbar machen, sind in den Hoch- und Höchstspannungsnetzen weltweit Standard. Die dafür notwendigen Laststufenschalter stammen zum Großteil von MR. In Transformatoren, die an die Mittelspannung angeschlossen sind, befand sich jedoch in der Vergangenheit meist nur ein Umsteller, über den eine Spannungsanpassung nur nach Abschalten des Transformators erfolgen kann. Mit technischen Fortschritten in Spannungsregelungstechnologie sowie aktuellen Veränderungen in den Netzen beginnt sich das beschriebene und seit Jahrzehnten etablierte Bild zu verändern.

In Netzplanung und -betrieb werden zunehmend Vorteile offensichtlich, die sich aus der dynamischen Anpassung der Spannung auch im Verteilungsnetz und damit in Mittel- und Niederspannung ergeben. Wie bereits in den höheren Spannungsebenen bietet sich auch in diesem Umfeld der Vakuum-Laststufenschalter als das Mittel der Wahl an, um die bis dato statischen Transformatoren im Verteilungsnetz um die Funktion der Spannungsregelung im Betrieb zu erweitern.

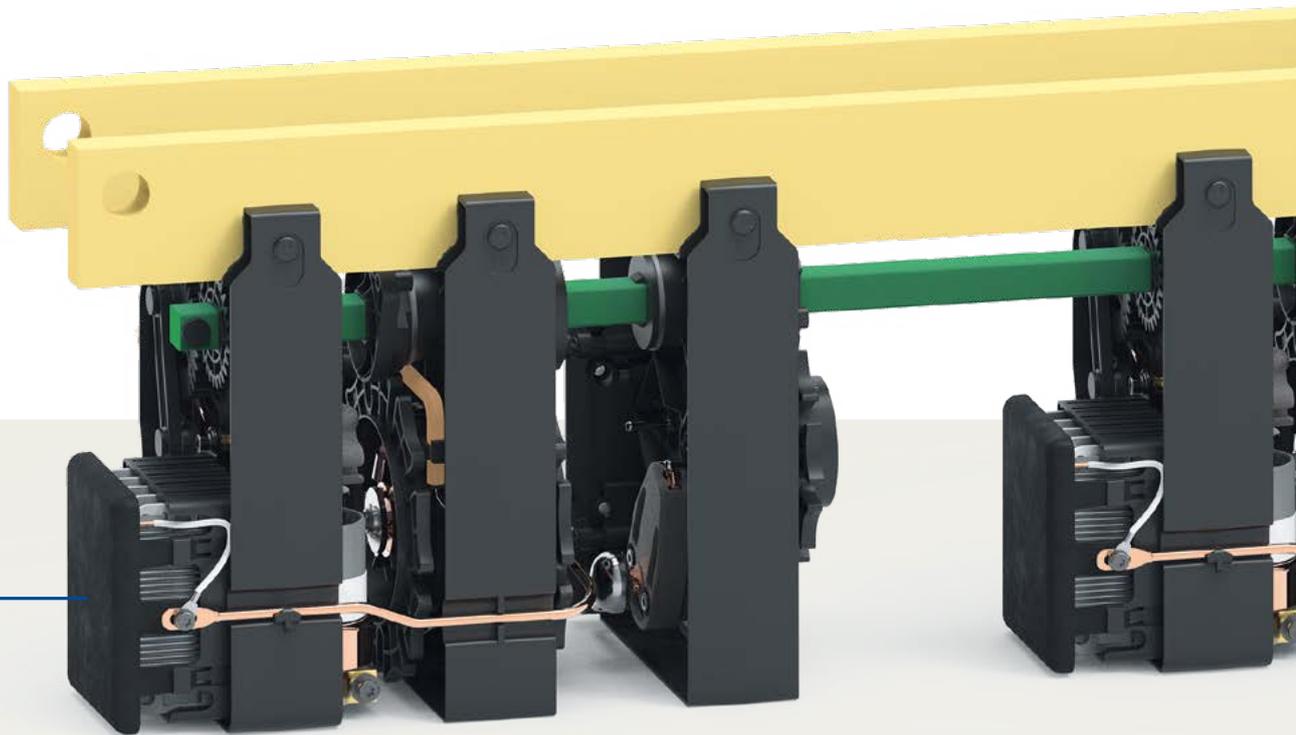


ECOTAP® VPD® LASTSTUFENSCHALTER.

Manchmal kann Großes erstaunlich kompakt sein.

Der ECOTAP® VPD® kombiniert die in Jahrzehnten aufgebaute Kompetenz der MR bei Vakuum-Laststufenschaltern in Widerstandsschnellschalter-Technologie mit den, gemeinsam mit Transformatorenherstellern und -betreibern, seit 2012 gesammelten Erfahrungen zu regelbaren Verteiltransformatoren. Mit dem ECOTAP® VPD® kann jeder Hersteller von Verteiltransformatoren weltweit sein Produktspektrum um regelbare Transformatoren erweitern: Mit überlegener MR-Vakuumtechnologie und zu einem Preis, der das System aus Transformator und Laststufenschalter für viele Betreiber sehr attraktiv macht.

- Die kompakten Abmessungen erlauben den Einbau in nahezu jede Leistungsklasse von Verteiltransformatoren, ohne den Footprint wesentlich zu verändern
- Das bewährte elektro-mechanische Wirkprinzip der MR-Vakuumtechnologie garantiert jahrzehntelangen, stabilen und zuverlässigen Betrieb ohne Wartung der Primärtechnik
- Das bei Herstellern und Betreibern seit Jahrzehnten bekannte Widerstandsschnellschalter-Prinzip stellt sicher, dass bei Design, Fertigung, Prüfung und Betrieb auf bestehende Erfahrungen zurückgegriffen werden kann und keine umfangreichen Schulungen und Trainings erforderlich sind

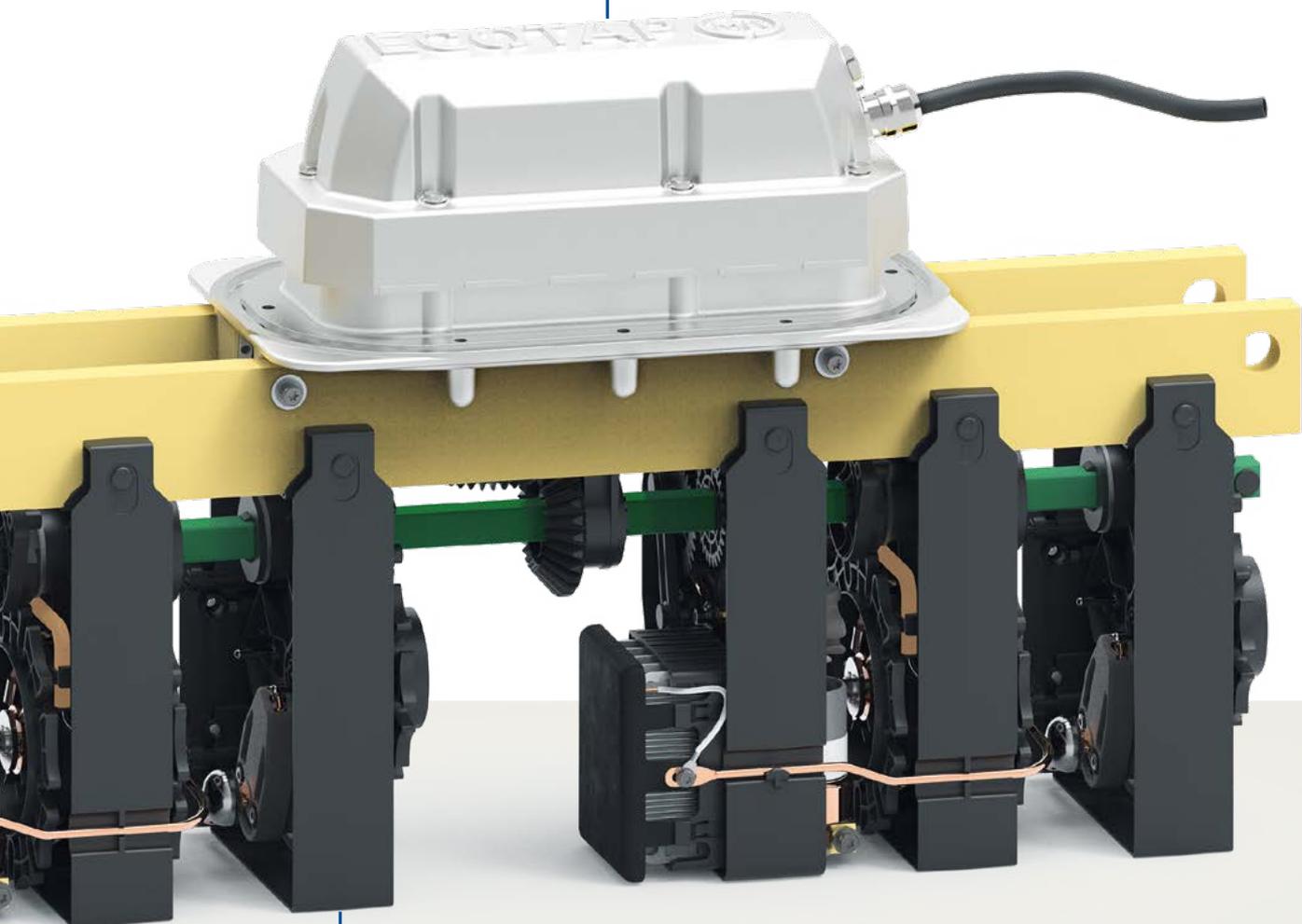


Umschalteinheit

- Vakuumröhren verhindern die Verunreinigung des Transformatoröls und sorgen für eine wartungsfreie Primärtechnik
- Eine Stufenspannung von bis zu 825 V, maximale Betriebsmittelspannung von bis zu 40,5 kV und schaltbare Ströme bis zu 30 A/100 A garantieren ein breites Anwendungsspektrum in Transformatoren bis zu 8 MVA (in Abhängigkeit der Oberspannung des Transformators)
- Das Widerstandsschnellschalter-Prinzip mit Regelung auf der Oberspannungsseite vermeidet nennenswerte Beiträge zu den Verlusten des Transformators und gewährleistet die Einhaltung der EU-Ökodesign-Richtlinie

Direktantrieb

- Maximal 20 Stufenschaltungen pro Minute erlauben eine schnelle Reaktion auf sich verändernde Netzverhältnisse
- Umfangreiche Sicherheitsfunktionen und ein elektrischer Energiespeicher gewährleisten, dass einmal begonnene Stufenschaltungen selbst bei völligem Spannungsausfall sicher abgeschlossen werden
- Im Außenbereich einsetzbar dank Schutzgrad IP66



Wählermodule

- Die robuste Mechanik erlaubt 500.000 wartungsfreie Schaltungen und übersteigt damit die übliche Lebensdauer eines entsprechenden Verteiltransformators
- 9 beziehungsweise 17 Laststufenschalterstellungen stellen einen großen Regelbereich bei gleichzeitig feiner Abstufung der Schaltschritte sicher
- Durch die Einsetzbarkeit in ausgewählten synthetischen und natürlichen Estern ist der Betrieb auch in Anwendungen mit hohen Anforderungen an Umweltverträglichkeit und Brandlast sichergestellt

ECOTAP® VPD® – STEUERUNG UND SPANNUNGSREGELUNG.

Kompakt, robust, bedienerfreundlich und erweiterbar.



Kompakt und robust

- ▮ Nur 10 cm breit und 35 cm hoch
- ▮ Kann mit Hilfe eines Adapters platzsparend mit der Breite einer Sicherungsleiste auf der Sammelschiene montiert werden
- ▮ Breiter Temperaturbereich von -25°C bis +70°C
- ▮ Hohe elektrische Störpegel bis 4 kV
- ▮ Schutzgrad IP30, mit optionalem Gehäuse IP54
- ▮ Auf 20 Jahre Lebensdauer ausgelegt

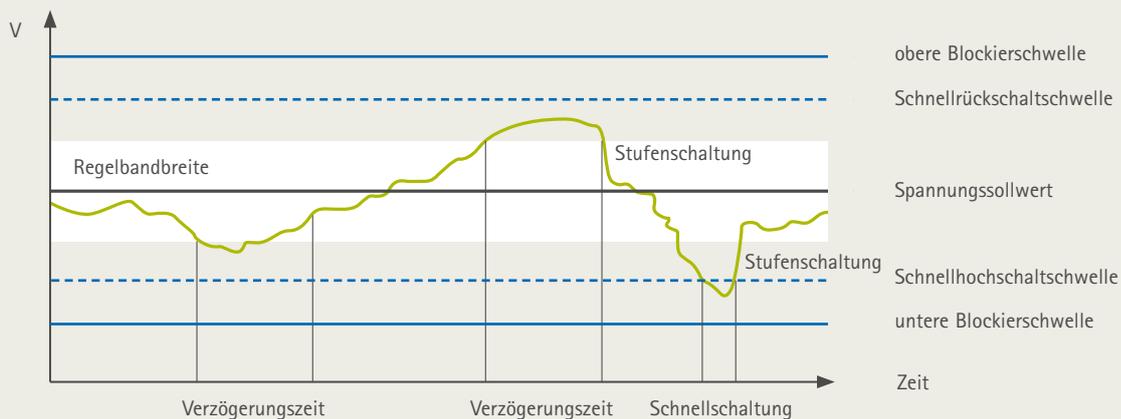
Bedienerfreundlich

- ▮ Automatikbetrieb mit einphasigem Spannungs-Regelalgorithmus
- ▮ Handbetrieb mit Höher-Tiefer-Bedienung
- ▮ Komplette Parametrierung an der Steuerung möglich, kein Laptop erforderlich
- ▮ Umfangreiche Statusanzeigen im Display

Erweiterbar mit Zusatzmodul CONTROL PRO

- ▮ Fernwirkkommunikation nach IEC 60870-4-104, IEC 61850, DNP3, MODBUS TCP
- ▮ Fortgeschrittene Spannungs-Regelalgorithmen wie z. B. leistungs-basierte Spannungs-kennlinien
- ▮ Parallelaufregelung
- ▮ Dreiphasige Spannungs- und Strommessung
- ▮ Speicherung von Power Quality-Messwerten

Zuverlässiger Regelalgorithmus auf Basis der einphasig gemessenen Sammelschienenspannung



OPTIMIERT FÜR HERSTELLER VON VERTEILTRANSFORMATOREN UND BETREIBER.

Prozessoptimiert. Plug & Play.

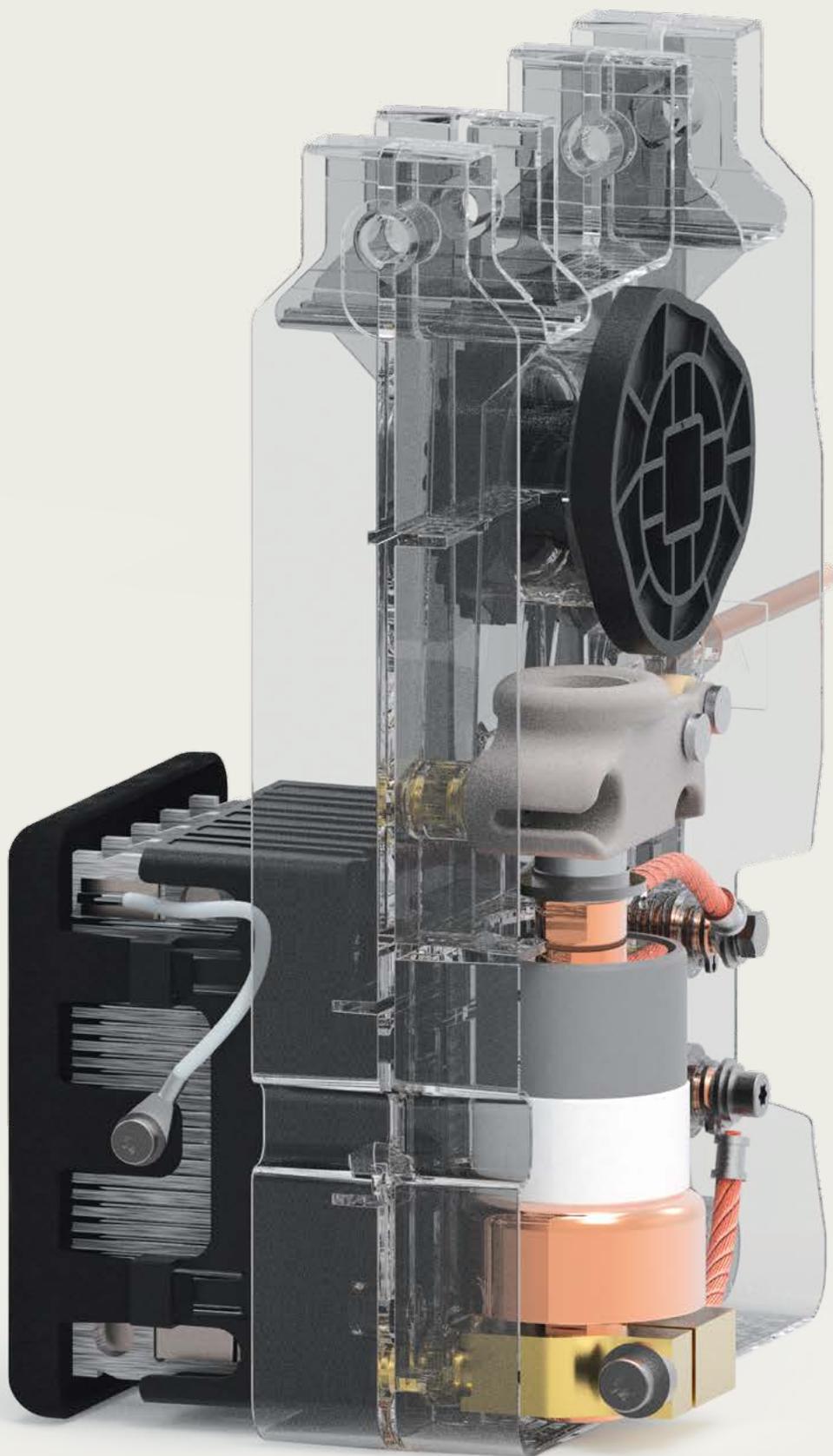
Der ECOTAP® VPD® passt in die Prozesse der **Transformatorhersteller** – vom Design über die Montage bis zur Prüfung.

- Das bekannte Widerstandsschnellschalter-Prinzip ermöglicht die einfache Anpassung vorhandener Transformatorendesigns mit geringem Aufwand
- Schnelle Lieferzeiten durch geringe Anzahl von Produktvarianten (7 Widerstandsvarianten über den gesamten Leistungsbereich)
- Die Regelwicklung kann elektrisch wie mechanisch an beliebiger Stelle in die Wicklung des Transformators integriert werden
- Moderater Montageaufwand durch geringe Bauteilzahl und auf ein Minimum reduzierte Verdrahtung
- Für alle Trocknungsverfahren geeignet
- Für alle Prüffelder geeignet (keine zusätzlichen induktiven Ströme)
- Unterstützung durch das weltweite MR-Service-Netzwerk

Der ECOTAP® VPD® macht die Handhabung von geregelten Verteiltransformatoren für **Betreiber** genauso einfach, wie von konventionellen Transformatoren.

- Für Transformatoren aller Hersteller verfügbar
- Die höchste Wirtschaftlichkeit macht den Einsatz in vielen Anwendungen sinnvoll
- Der kompakte Footprint ermöglicht einen einfachen Austausch bestehender Transformatoren im Feld
- Das Kompaktdesign der Steuerung ermöglicht den Einbau in lediglich einer Sicherungsleiste
- Höchste Langlebigkeit durch bewährte MR-Vakuumtechnologie
- Wartungsfrei über die gesamte Lebensdauer des Verteiltransformators
- Erfüllt die EU-Ökodesign-Richtlinie, da die Verlustklasse des Transformators nicht geändert wird
- Durch den breiten Regelbereich mit feiner Abstufung bietet sich ein großes Anwendungsspektrum ohne Flicker-Gefahr
- Auch für alternative Isolierflüssigkeiten geeignet
- Komfortable Verbindung am Einbauort über Stecker
- Für Schulungen, Trainings und im Servicefall steht das weltweite MR-Netzwerk zur Verfügung





MEHR LEISTUNG, MEHR WERT.

Technisch überlegen. Wirtschaftlich überzeugend.



Der weltweit kompakteste Laststufenschalter für Verteiltransformatoren mit dem größten Leistungsumfang

- Keine Footprintveränderung gegenüber konventionellen Transformatoren in fast jeder Leistungsklasse
- Die Kompaktsteuerung findet überall Platz, sogar auf der Sammelschiene
- Marktführender Leistungsumfang trotz minimaler Abmessungen



Wartungsfrei und langlebig mit bewährter MR-Zuverlässigkeit

- Lebensdauer analog zum Verteiltransformator durch Verzicht auf Leistungselektronik in der Primärtechnik
- Keine Verunreinigung des Transformatoröls und Wartungsfreiheit der Primärtechnik dank bewährter MR-Vakuumtechnologie
- Integration unserer gesamten Erfahrung aus über 60.000 Laststufenschaltern mit Vakuumtechnik



Höchste Wirtschaftlichkeit für das Gesamtsystem aus Transformator und Laststufenschalter

- Keine Aufwände für Service an der Primärtechnik – ein Transformatorleben lang; Austausch der Sekundärtechnik bei Bedarf kostengünstig möglich
- Das Widerstandsschnellschalter-Prinzip vermeidet Zusatzkosten für Verlustenergie
- Die erprobte Vakuumtechnologie erweitert den Funktionsumfang des Transformators nennenswert bei moderaten Zusatzkosten gegenüber der unregelmäßigen Ausführung



Für künftige Anforderungen gerüstet

- Erfüllt bereits heute die Anforderungen der EU-Ökodesign-Richtlinie für 2021
- Erlaubt den Einsatz synthetischer und natürlicher Ester als Isolierflüssigkeiten
- Zusätzliche Funktionalitäten durch das modulare Steuerungskonzept kostengünstig nachrüstbar



Perfekte Integration in die Abläufe beim Transformatorenhersteller

- Kompatibel mit allen gängigen Transformator Designs, Trocknungs- und Prüfverfahren
- Elektrischer und mechanischer Anschluss im Transformator mit gängigen Werkzeugen und Arbeitsschritten möglich
- Gegenüber einem unregelmäßigen Transformator nur minimal höherer Verdrahtungsaufwand und maximale Flexibilität beim Wicklungsaufbau



Unkomplizierte Inbetriebnahme – einfacher Betrieb

- Inbetriebnahme und Betrieb wie bei einem unregelmäßigen Verteiltransformator
- Parametrierung und Bedienung ohne Laptop möglich
- Zeitsparende Verbindung über Stecker



ÖFFENTLICHE VERTEILUNGSNETZE MIT STABILER SPANNUNG BETREIBEN.

Die Kunden öffentlicher Verteilungsnetzbetreiber erwarten neben einer zuverlässigen Versorgung mit elektrischer Energie, dass diese mit einer gleichmäßigen Spannung innerhalb eines engen, durch Normen geregelten Bandes zur Verfügung gestellt wird.

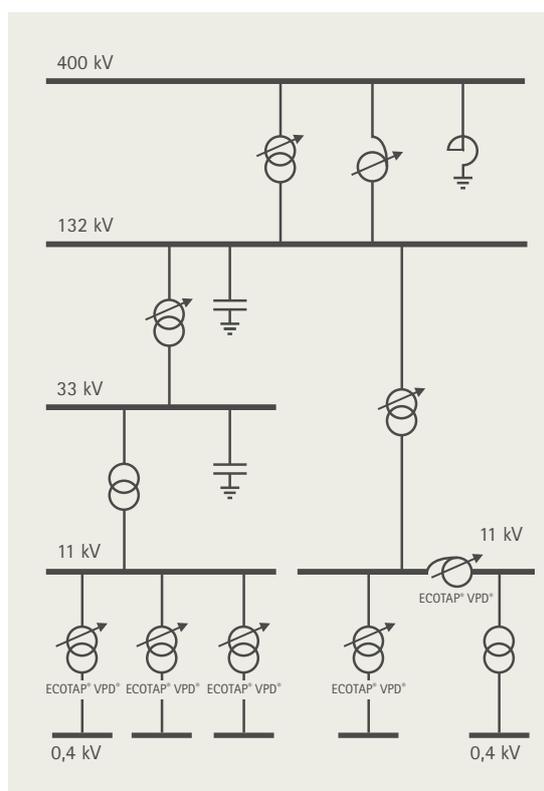
Bei Spannungsschwankungen leidet die Qualität der Energieversorgung. Das kann zu Störungen in Geräten und Prozessen sowie zur Beschädigung von elektrischen Anlagen bis hin zu Gefahren für Leib und Leben führen. In Abhängigkeit von der Topologie und den Betriebsmitteln des eigenen Netzes, den Spannungshaltungsbemühungen des vorgelagerten Netzbetreibers, dem Umfang und Verhalten von Lasten und Einspeisern wie auch dem vorherrschenden Regulierungsregime ist die Sicherstellung einer stabilen Spannung eine Herausforderung für Verteilungsnetzbetreiber.

In weitläufigen, als Freileitung ausgeführten Netzen mit schwacher Kurzschlussleistung und starkem Lastwachstum, wie sie in Asien und Afrika üblich sind, ist die Versorgung mit stabiler Spannung nur schwer zu gewährleisten. Vor allem, wenn der vorgelagerte Netzbetreiber selbst keine oder nur begrenzte Aktivitäten zur Spannungshaltung unternimmt.

Volle Spannungskontrolle für Verteilungsnetzbetreiber

Durch regelbare Transformatoren oder Strangregler mit ECOTAP® VPD® erhalten Verteilungsnetzbetreiber direkten Zugriff auf ein bewährtes Betriebsmittel, mit dessen Hilfe sie, unabhängig von der Spannung im vorgelagerten Netz, an einem zentralen Punkt die Spannung für mehrere Niederspannungsabgänge stabilisieren können. Im Vergleich zu Kondensatorbänken sind regelbare Transformatoren oder Strangregler deutlich langlebiger und erlauben eine feinere Regelung.

Ob ein regelbarer Transformator oder ein Strangregler mit ECOTAP® VPD® die optimale Lösung ist, hängt unter anderem von der Größe des zu stabilisierenden Netzgebiets ab.



Die bewährte MR-Vakuumtechnologie macht den ECOTAP® VPD® einzigartig zuverlässig. In seiner Leistungsklasse ist er zudem der einzige wartungsfreie Laststufenschalter. Durch seine extrem kompakte Bauweise können Transformatoren mit ECOTAP® VPD® überall zum Einsatz kommen – zum Beispiel auch in Mastinstallationen. Die hohe Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems aus Transformator und ECOTAP® VPD® macht diesen Kompaktstufenschalter in vielen Fällen zur effizientesten Lösung, um die Spannung eines Verteilungsnetzes zu stabilisieren.

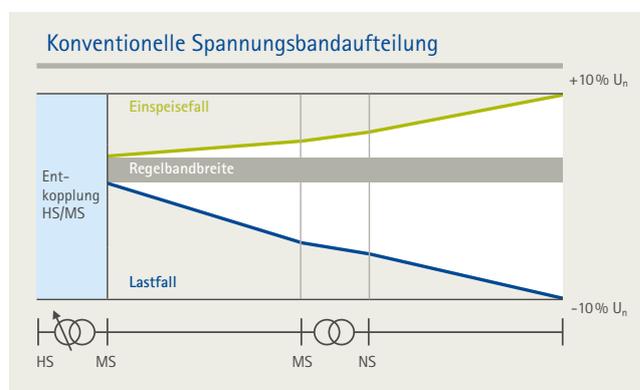


ERNEUERBARE ENERGIEN UND NEUARTIGE LASTEN WIRTSCHAFTLICH IN DIE NETZE INTEGRIEREN.

Verteilungsnetzbetreiber stehen vor einem schwierigen Spagat: Sie müssen im Mittel- und Niederspannungsnetz eine stabile Versorgungsspannung gewährleisten und gleichzeitig in zunehmendem Maße erneuerbare Energien (Spannungsanstieg) sowie zukünftig auch mehr neuartige Lasten (Spannungsabsenkung) integrieren.

Generell sind Verteilungsnetzbetreiber gemäß EN 50160 angehalten, an jedem Punkt im Netz eine Versorgungsspannung von ± 10 Prozent um die Nennspannung einzuhalten. Die dabei verfügbare Bandbreite von 20 Prozent muss in Folge, ausgehend vom per Laststufenschalter geregelten HS/MS-Transformator, über die gesamte Strecke des Mittelspannungsnetzes, des konventionellen Ortsnetztransformators, des Niederspannungsnetzes bis hin zum Hausanschluss aufgeteilt werden. Nicht unüblich ist dabei das Zulassen eines maximalen Spannungshubs. Im Niederspannungsnetz sind dies, bedingt durch erneuerbare Energien, 3 Prozent, im Mittelspannungsnetz sind 2 Prozent definiert. Der Rest der Bandbreite wird für Spannungsabfälle sowie Einstellungsgenauigkeiten reserviert.

Durch die rasant wachsenden Einspeiseleistungen erneuerbarer Energien, besteht immer öfter die Gefahr, das erlaubte Spannungsband (gemäß EN 50160) zu verletzen. Analog gefährden neuartige Lasten (Elektromobilität, Wärmepumpen etc.) die Einhaltung des Spannungsbandes in die andere Richtung. In der Folge sehen sich Verteilungsnetzbetreiber zu teuren Netzausbaumaßnahmen gezwungen, obwohl die thermischen Kapazitäten ihrer Betriebsmittel im Netz bei weitem nicht ausgereizt sind.

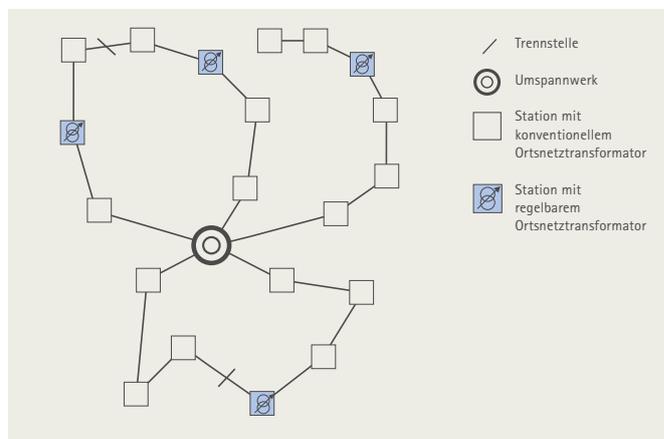


Netzkapazität durch regelbare Ortsnetztransformatoren optimal nutzen

Ein regelbarer Ortsnetztransformator, also ein Ortsnetztransformator mit ECOTAP® VPD®, setzt hier am Kern des Problems – der Einhaltung des Spannungsbands – an, indem er die Spannung dynamisch anpasst.

Das gemäß EN 50160 zur Verfügung stehende Spannungsband kann dank Entkoppelung von Nieder- und Mittelspannung neu aufgeteilt und damit besser ausgenutzt werden. Dieses Prinzip wird heute in erster Linie für den Anschluss erneuerbarer Energien genutzt, man kann damit jedoch auch zusätzliche Lasten in das bestehende Netz integrieren.

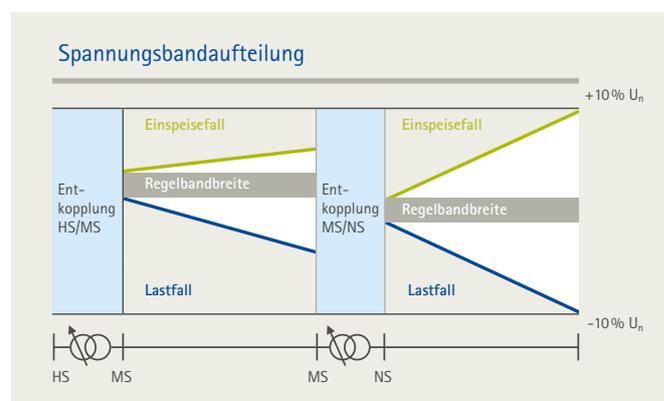
Weil sich die Aufnahmekapazität des Netzes damit um bis zu Faktor 4 gesteigert werden kann, kann der andernfalls erforderliche, teure Netzausbau meistens komplett entfallen oder zumindest verzögert werden. Vor allen Dingen können mit Hilfe des regelbaren Ortsnetztransformators Netzbetriebsmittel in höherem Maße und damit wirtschaftlicher ausgelastet werden.



Neben der Vermeidung von Spannungsbandverletzungen in Niederspannungsnetzen können regelbare Ortsnetztransformatoren bei großflächigem bzw. geschicktem Einsatz auch im Mittelspannungsnetz die Integration von Einspeisern und Lasten wirtschaftlicher gestalten.

Bei der wirtschaftlichen Netzintegration von erneuerbaren Energien und neuartigen Lasten sind insbesondere Laststufenschalter geeignet, die mittels kompakter Abmessungen, Wartungsfreiheit und langer Lebensdauer die Investitions- und Betriebskosten der Verteilungsnetzbetreiber gering halten. Ein großer Regelbereich bei gleichzeitig feiner Abstufung stellt zudem sicher, dass möglichst viel Einspeiseleistung oder Last in die Netze integriert werden kann, ohne durch zu große Spannungsänderungen Flicker zu erzeugen.

Punktuelle Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren mit Fokus auf das Niederspannungsnetz



Funktionsprinzip

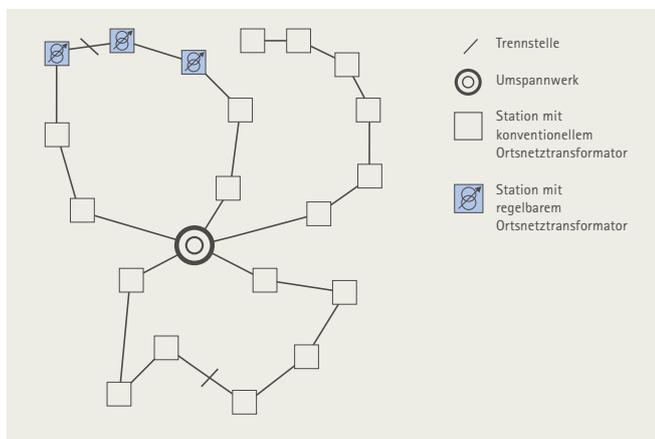
- Einzelne Ortsnetzstationen werden mit einem regelbaren Ortsnetztransformator ausgestattet, wodurch die Niederspannung von der Mittelspannung entkoppelt wird
- Das Spannungsband in der Niederspannung wird innerhalb der EN50160-Vorgaben ($\pm 10\%$) neu aufgeteilt

Anwendungsbereich

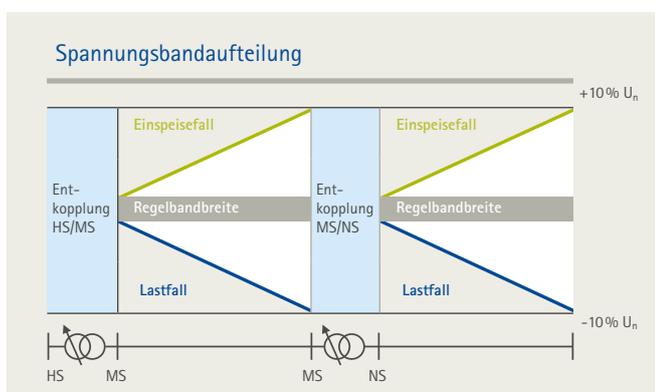
- Drohende punktuelle Spannungsbandverletzungen in der Mittelspannung durch große fluktuierende Einspeiser (z. B. Windenergieanlagen) oder große unstete industrielle Lasten
- Drohende punktuelle Spannungsbandverletzungen in der Niederspannung durch volatile Einspeiser (z. B. große PV-Dachanlagen) oder neuartige Verbraucher (z. B. Elektromobilität, Wärmepumpen)

Vorteile

- Höheres Integrationspotenzial für Einspeiser und Lasten im gesamten Niederspannungsnetz
- Vermeidung oder Verzögern von Netzverstärkungsmaßnahmen im Niederspannungsnetz (Parallelisierung von Kabeln, Setzen neuer Ortsnetzstationen etc.)
- Erhöhte Planungssicherheit in sämtlichen Abgängen der betreffenden Ortsnetzstation aufgrund des höheren Integrationspotenzials



Strangweiser Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren mit Fokus auf das Mittelspannungsnetz



Funktionsprinzip

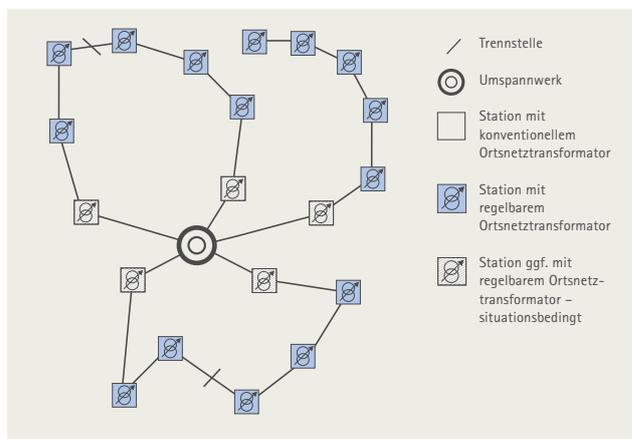
- Ortsnetzstationen ab einer gewissen Entfernung vom Umspannwerk werden mit regelbaren Ortsnetztransformatoren ausgestattet
- Die Spannung der unterlagerten Niederspannungsnetze wird von der Spannung des betroffenen Mittelspannungsstrangs oder -rings entkoppelt und durch die regelbaren Ortsnetztransformatoren innerhalb der Vorgaben der EN 50160 gehalten
- Im betroffenen Mittelspannungsnetz sind in Folge höhere Spannungsschwankungen möglich

Anwendungsbereich

Drohende Spannungsbandverletzungen in einem größeren zusammenhängenden Bereich in der Mittelspannungsebene, z. B. am Ende von Stichen, durch große fluktuierende oder konstante Einspeiser bzw. Verbraucher in der Nähe der betrachteten Stationen

Vorteile

- Höheres Integrationspotenzial für Einspeiser und Lasten im Mittelspannungsnetz sowie in den unterlagerten Niederspannungsnetzen
- Vermeidung oder Verzögern von Netzverstärkungsmaßnahmen im Mittelspannungsnetz (Parallelisierung von Kabeln)



Flächendeckender Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren mit Fokus auf das Mittelspannungsnetz

Funktionsprinzip

- Alle nicht in unmittelbarer Nähe zum Umspannwerk liegenden Ortsnetzstationen werden mit einem regelbaren Ortsnetztransformator ausgestattet
- Die Spannung der unterlagerten Niederspannungsnetze wird von der Mittelspannung entkoppelt und durch die regelbaren Ortsnetztransformatoren innerhalb der Vorgaben der EN 50160 gehalten
- Im betroffenen Mittelspannungsnetz sind höhere Spannungsschwankungen zulässig und auch eine zusätzliche Absenkung des Spannungssollwerts am HS-/MS-Transformator ist möglich

Anwendungsbereich

Drohende Spannungsbandverletzungen in einem größeren zusammenhängenden Bereich in der Mittelspannung durch zu hohe Spannungen aus der Hochspannung oder durch direkt am Umspannwerk angeschlossene Einspeiser, die nicht durch den Laststufenschalter am HS-/MS-Transformator ausgeglichen werden können.

Vorteile

- Höheres Integrationspotenzial für Einspeiser und Lasten im Hoch- und Mittelspannungsnetz sowie in den unterlagerten Niederspannungsnetzen
- Vermeidung oder Verzögern von großflächigen Netzverstärkungsmaßnahmen im Mittelspannungsnetz oder der Errichtung eines weiteren Umspannwerks
- Vermeidung oder Verzögerung eines HS-/MS-Transformator-Austauschs durch einen Transformator mit anderem Übersetzungsverhältnis oder durch einen Transformator mit Stufenschalter

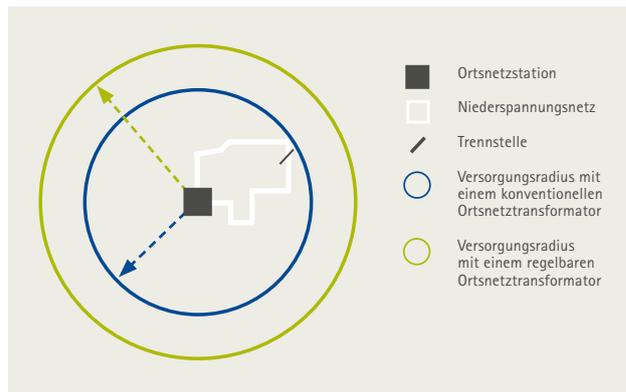


NETZTOPOLOGIEN OPTIMIEREN.

Ein effizientes Verteilungsnetz besitzt möglichst wenige Betriebsmittel. So lassen sich sowohl Investitionen wie auch Betriebskosten sparen. Mit dem ECOTAP® VPD® helfen geregelte Ortsnetztransformatoren, die Effizienz von Netzabschnitten zu erhöhen; hierdurch kann die Gesamtzahl der Ortsnetzstationen reduziert werden.

Die Anzahl der für ein Netzgebiet erforderlichen Ortsnetzstationen bestimmt sich einerseits durch die zu versorgende maximale Last bzw. die zu transportierende maximale Einspeisung sowie andererseits durch die aus Spannungsgesichtspunkten maximal mögliche Distanz zwischen Ortsnetzstation und Netzanschlusspunkten. Regelbare Ortsnetztransformatoren passen die Spannung dynamisch an und erlauben einen größeren elektrischen Versorgungsradius um die jeweilige Station. So können auch weiter entfernt liegende Verbraucher oder Einspeiser an einer Ortsnetzstation angeschlossen werden.

Damit hat der Netzbetreiber die Möglichkeit, zwei Stationen zusammenzulegen oder auf den erforderlichen Bau einer weiteren Ortsnetzstation zu verzichten. Kann eine Versorgungsaufgabe von nur einer Ortsnetzstation übernommen werden, ergeben sich Einsparungen bei Miete der Fläche, Instandhaltung der Stationen sowie bei Ersatz- oder Neuinvestitionen. Voraussetzung ist, dass ein einzelner Transformator so ausgelegt werden kann, dass seine Leistung für

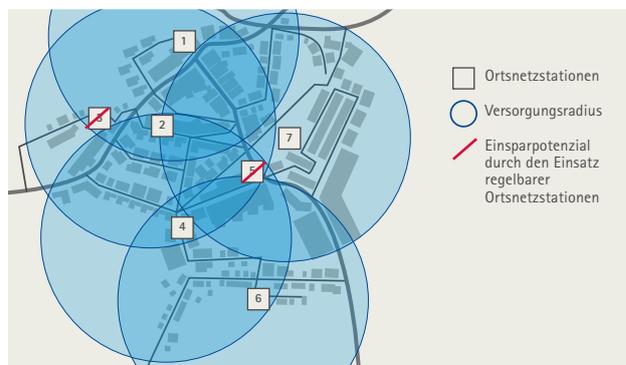


die Last bzw. Einspeisung des vergrößerten Netzgebiets ausreichend ist.

Zur Optimierung von Netztopologien ist der maximale Regelbereich von Laststufenschaltern von zentraler Bedeutung, weil er den Versorgungsradius bestimmt. Kompakte Abmessungen und Wartungsfreiheit unterstützen im Weiteren die Wirtschaftlichkeit der Optimierungsmaßnahme.

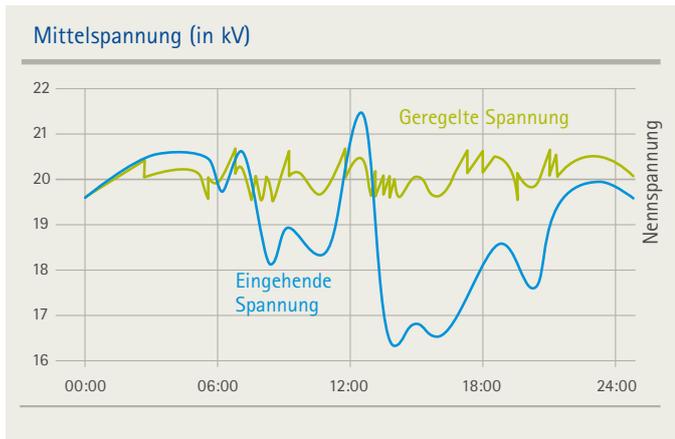
Beispiel für eine optimierte Netztopologie mittels regelbarer Ortsnetztransformatoren

Ein Straßendorf mit circa 1.500 Einwohnern wird durch 12 Ortsnetzstationen versorgt, sieben davon stehen im Siedlungsteil des Dorfes. Vier der sieben Stationen sind älter als 40 Jahre und stehen in nächster Zeit zur Modernisierung an. Durch Umrüstung auf regelbare Ortsnetztransformatoren mit ECOTAP® VPD® können die elektrischen Versorgungsradien der Stationen so vergrößert werden, dass die Siedlung ohne Qualitätseinbußen mit fünf statt bisher sieben Stationen versorgt wird. Das halbiert den Modernisierungsaufwand. Außerdem können Grundstücksflächen zurückgegeben werden. Die Wartung und Instandhaltung von zwei Stationen entfällt.



INDUSTRIEPROZESSE IN VOLATILEN NETZEN STABILISIEREN.

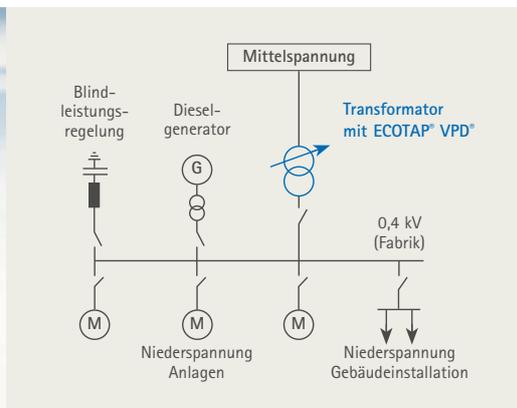
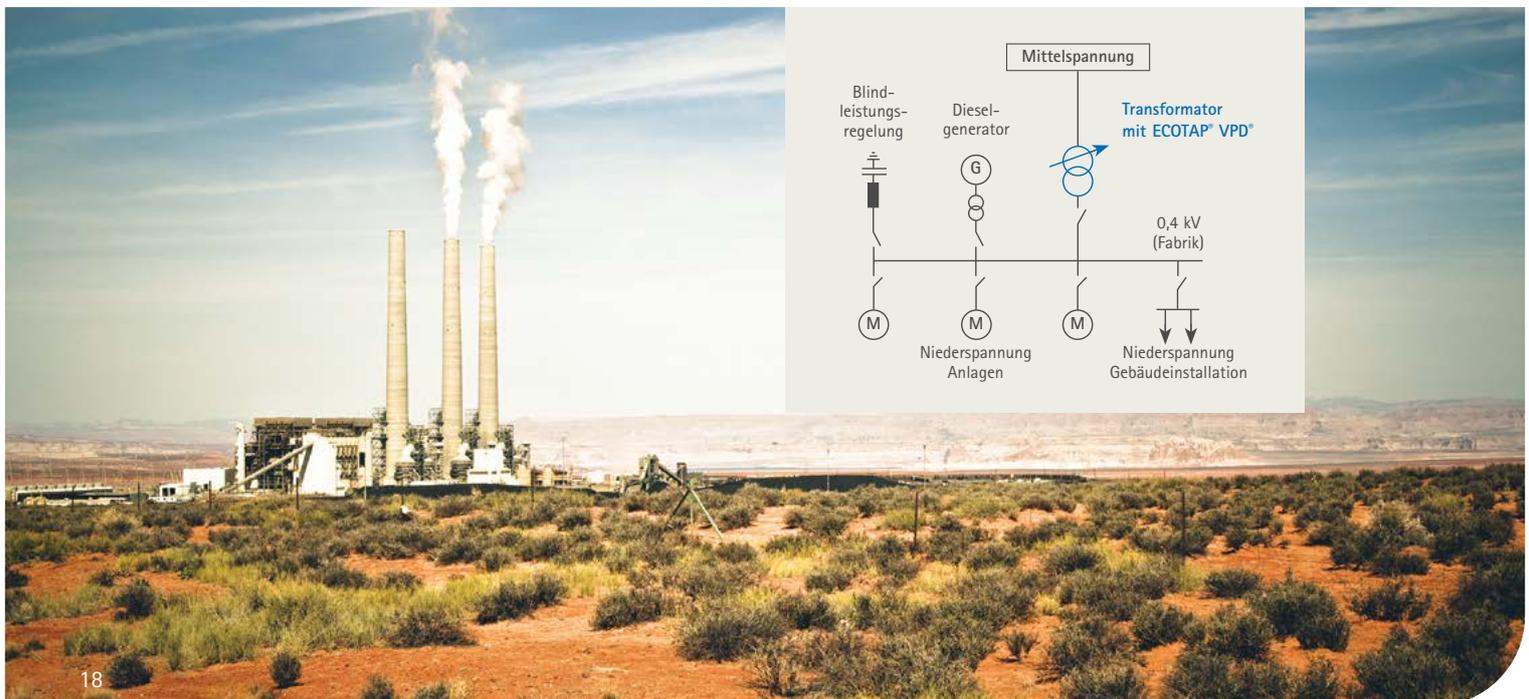
Damit industrielle Prozesse stabil und zuverlässig ablaufen, müssen sie mit einer stabilen Spannung versorgt werden, die sich innerhalb eines eng definierten Bandes bewegt.



In Netzen mit knapp bemessener Generatorleistung, langen Übertragungsstrecken oder volatilen Verbrauchern und Erzeugern kann die versorgende Mittelspannung starken Spannungsschwankungen unterworfen sein. Entsprechend können Fertigungsabläufe abbrechen, Motoren nicht anspringen oder Steuerungssysteme abstürzen. Insbesondere bei sensiblen

industriellen Prozessen können so erhebliche Schäden entstehen. Besonders kritisch ist das in Krankenhäusern. Neben direkten Einflüssen auf die Prozesse können häufige Spannungswechsel die Lebensdauer von Betriebsmitteln negativ beeinträchtigen.

Ein regelbarer Transformator mit ECOTAP® VPD® im industriellen Verteilungsnetz stellt sicher, dass Verbraucher unabhängig von der Volatilität der Mittelspannung mit stabiler Spannung versorgt werden. Für diese Anwendung eignen sich Laststufenschalter, die mit Hilfe eines großen Regelbereichs auch umfangreiche Schwankungen der Mittelspannung über viele Jahre zuverlässig und wartungsfrei ausregeln können. Kompakte Abmessungen helfen, die Kosten gering zu halten, weil der geregelte Transformator am Aufstellort des bislang unregulierten Transformators installiert werden kann.



ENERGIEKOSTEN DURCH OPTIMIERTE SPANNUNG REDUZIEREN.

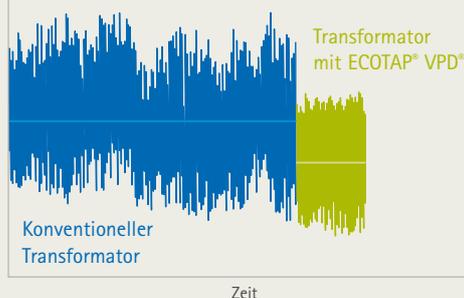
Für Lasten wie konventionelle, also nicht frequenzgeregelte Motoren, Heizungen oder Beleuchtung, wird der Energieverbrauch unter anderem von der Spannung beeinflusst, mit der die Geräte versorgt werden.

Wird ein solches Gerät mit einer höheren Spannung gespeist als notwendig, z. B. weil die Mittelspannung über der Nennspannung liegt, verbraucht das Gerät mehr Energie als erforderlich.

Der Einsatz eines regelbaren Transformators mit ECOTAP® VPD® im industriellen Verteilungsnetz erlaubt es, Geräte mit einer aktiv optimierten Spannung zu versorgen. Das reduziert den Energieverbrauch, ohne die Funktion der Geräte einzuschränken. Den Abgleich aus aktueller und verbrauchsoptimaler Spannung übernimmt die Steuerung des regelbaren Transformators. Bevor die Spannung soweit absinkt, dass der Betrieb der Geräte gefährdet wird, greift der regelbare Transformator ein und bringt die Spannung wieder auf das verbrauchsoptimale Niveau der Geräte. Dabei ist eine Reduktion der Energiekosten um bis zu fünfzehn Prozent möglich.

Zur Optimierung des Energieverbrauchs werden Laststufenschalter mit einem großen Regelbereich benötigt, die gleichzeitig in feinen Einzelschritten schalten können. Damit wird sichergestellt, dass die tatsächliche Spannung immer so nah als möglich an der aus Energieverbrauchsgesichtspunkten optimalen Spannung liegt. Sehr kompakte Geräte bieten weiterhin den Vorteil, anstelle des bisherigen konventionellen Transformators, ohne bauliche Maßnahmen in den elektrischen Betriebsräumen installiert werden zu können. Für eine optimale Rendite auf die Energieeinsparmaßnahme ist weiterhin eine Lösung von Bedeutung, die über viele Jahre ohne Wartungsbedarf zuverlässig betrieben werden kann.

Leistungsaufnahme (in kW)



NETZANSCHLUSSBEDINGUNGEN WIRTSCHAFTLICH EINHALTEN.

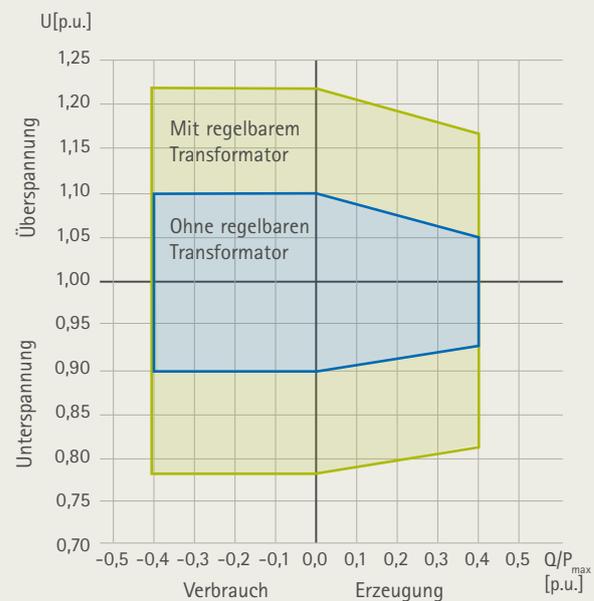
Dezentrale Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien (Photovoltaik, Wind, Biogas) müssen bei der Netzintegration die jeweiligen Anforderungen des Netzbetreibers in Form der gültigen Netzanschlussbedingungen erfüllen.

Netzanschlussbedingungen verpflichten die Hersteller dezentraler Erzeugungsanlagen häufig zum Nachweis der elektrischen Eigenschaften der Anlagen und fordern Typprüfungen. Kritisch ist hierbei insbesondere die Blindleistungsbereitstellung, die von der Netzspannung abhängig ist. Speziell im untererregten Bereich ist das Blindleistungsstellvermögen von Erzeugungsanlagen bei Unterspannung systembedingt begrenzt. Im Fall von anspruchsvollen Anforderungen an die Blindleistungsbereitstellung sind diese oft entweder nur durch ein Überdimensionieren der Umrichter abbildbar oder erfordern ein Betriebsverhalten der Erzeugungsanlage, bei dem diese situationsabhängig die Wirkleistungseinspeisung reduziert, um die geforderte Blindleistung verfügbar zu machen. Beide Ansätze sind wenig attraktiv, weil ersterer die Systemkosten der Erzeugungsanlage erhöht, während die zweite Option die Leistung der Anlage schmälert. In beiden Fällen sinkt die Rendite des Betreibers.

Regelbare Transformatoren erweitern das Blindleistungsvermögen

Über die Entkopplung der Sekundärspannung von der Netzspannung am Generator stellen regelbare Transformatoren mit ECOTAP® VPD® sicher, dass die Erzeugungsanlage stets mit der Anlagen-Nennspannung versorgt wird und damit das volle Blindleistungsvermögen genutzt werden kann. Je nach Auslegung ist dabei die volle Blindleistungsfähigkeit beispielsweise in einem Bereich zwischen +20 Prozent und -20 Prozent um die Nennspannung verfügbar.

Beispielhafte Blindleistungsbereitstellung
in Abhängigkeit von der Netzspannung



Durch die über den regelbaren Transformator ermöglichte Spannungsentkopplung kann auf ein Überdimensionieren der Umrichter oder ein Reduzieren der Wirkleistungseinspeisung verzichtet werden, was in Summe zu einer wirtschaftlicheren Erzeugungsanlage führt. Alternativ ist es auch möglich, den durch den regelbaren Transformator gewonnenen Freiraum zu nutzen, um eine bestehende Erzeugungsanlage in einer höheren Leistungsklasse einzusetzen.

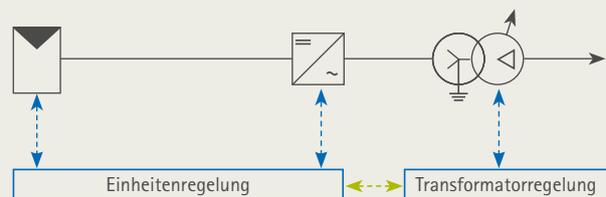
Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von regelbaren Transformatoren in Erzeugungsanlagen ist, dass hierdurch gegebenenfalls die Notwendigkeit einer externen Blindleistungskompensationsanlage entfällt, die sonst zur Einhaltung der Netzanschlussbedingungen erforderlich wäre. Auch diese Maßnahme erhöht die Wirtschaftlichkeit der Erzeugungsanlage.

Die Integration regelbarer Transformatoren ist bei allen dezentralen Erzeugungsanlagen möglich. Typische Beispiele sind Windenergieanlagen und Photovoltaik-Parks.

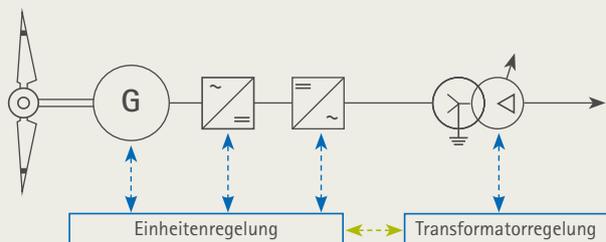
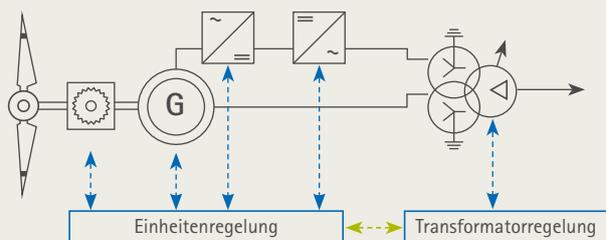
Bei Windenergieanlagen ist die Kombination mit regelbaren Transformatoren mit sämtlichen Antriebsstrangkonzepthen, wie beispielsweise Asynchrongeneratoren oder auch Vollumrichtern, möglich. Der regelbare Transformator kann grundsätzlich entweder autark agieren oder in die Regelung der Erzeugungseinheit integriert werden.

Aufgrund der insbesondere bei Windenergieanlagen sehr begrenzten Platzverhältnisse sind äußerst kompakte Laststufenschalter eine zwingende Voraussetzung. Weiterhin steigt die Wirtschaftlichkeit dieser Anwendung mit dem Umfang des Regelbereichs des Laststufenschalters, der zudem aus Umweltschutz- und Brandlastgesichtspunkten in alternativen Isolierflüssigkeiten über viele Jahre wartungsfrei stabil betrieben werden können muss. Da üblicherweise auch Zeitvorgaben zur Blindleistungsbereitstellung der Erzeugungsanlagen erfüllt werden müssen, ist ein Laststufenschalter von Vorteil, der Spannungsänderungen in wenigen Sekunden umsetzen kann.

Regelbarer Transformator in Photovoltaik-Parks

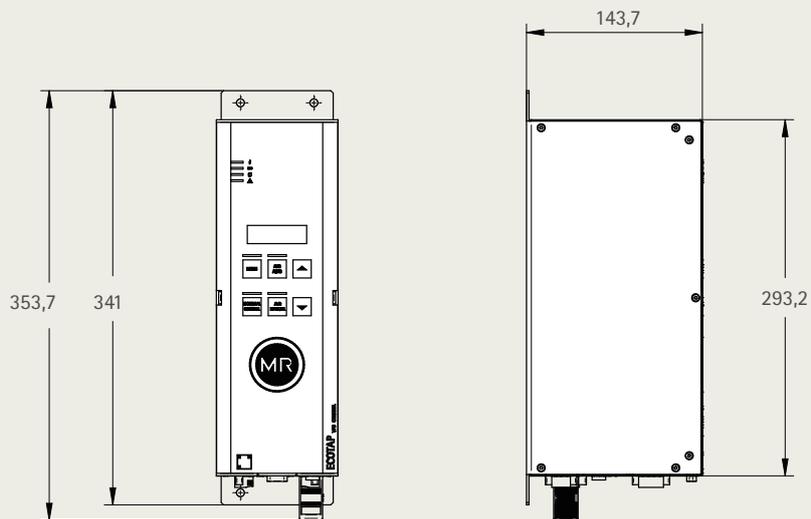
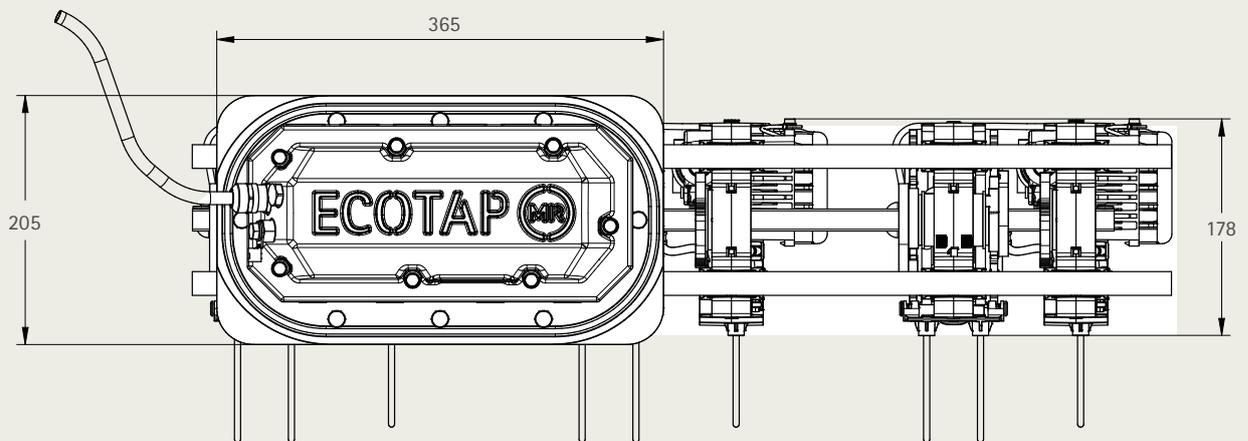
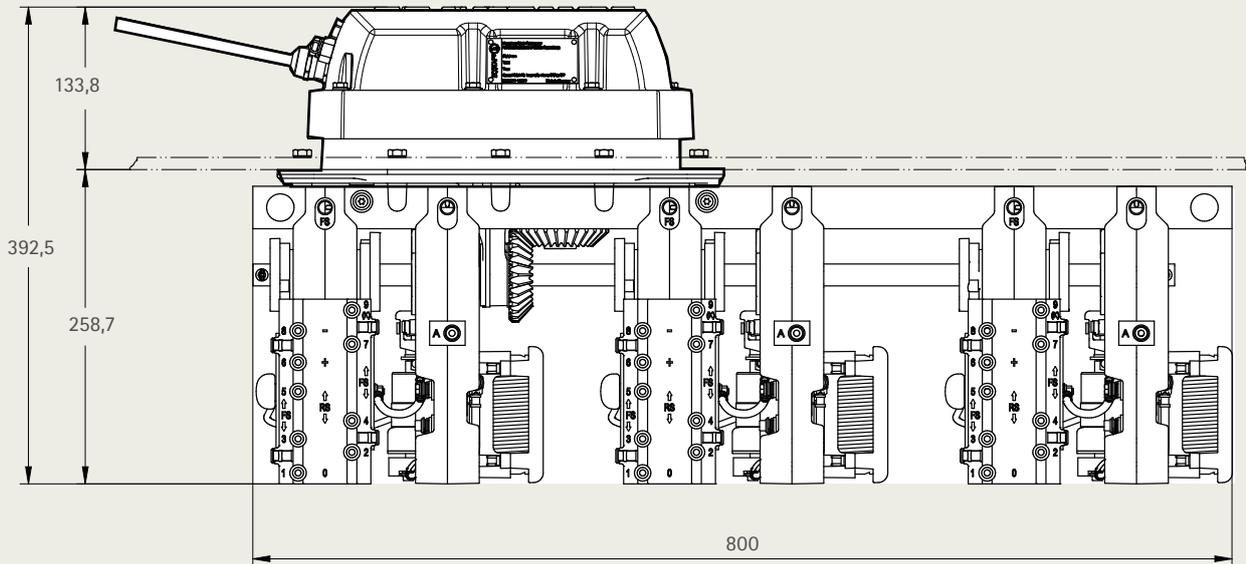


Regelbarer Transformator in Windenergieanlagen



ECOTAP® VPD®

Technische Zeichnungen der Variante 36 kV



TECHNISCHE DATEN.

Laststufenschalter	ECOTAP® VPD® III 30	ECOTAP® VPD® III 100
Phasenzahl	3	
Anwendung	An beliebiger Stelle der Wicklung	
Zulässige Transformatorentypen	Freiatmend mit Ölausdehnungsgefäß Vollständig ölfüllte Hermetiktransformatoren (ohne Gaspolster) Freiatmend mit Luftpolster nur in Kombination mit einer Sondervariante des ECOTAP® VPD® (auf Anfrage)	
Max. Bemessungsdurchgangsstrom	30 A	100 A
Max. Bemessungsstufenspannung	825 V	
Max. Anzahl Betriebsstellungen	9 Laststufenschalterstellungen ohne Vorwähler 17 Laststufenschalterstellungen mit Vorwähler	
Höchste Spannung für Betriebsmittel	36 kV, 40,5 kV	
Bemessungsfrequenz	50/60 Hz	
Max. Schaltzahl	500.000	
Zulässiger Absolutdruck im Betrieb	0,7...1,4 bar	

Motorantrieb	
Laufzeit je Stufenschaltung	ca. 420 ms
Kürzester Abstand zwischen Stufenschaltungen	3 s
Zulässige Umgebungstemperatur im Betrieb	-25°C ...+70°C
Schutzklasse	IP66
Aufstellungsort	Innenraum, Außen

Steuereinheit	
Zulässiger Spannungsbereich	100...240 VAC, 50/60 Hz
Hinweis: Messspannung ist Versorgungsspannung	
Leistungsaufnahme	Max. 345 VA
Interne Sicherung (F1)	Feinsicherung, 6,3 x 32 mm, min. 250 V, T4A
Zulässige Umgebungstemperatur im Betrieb	Dauerbetrieb: -25°C ...+50°C Kurzzeitig (maximal 2 h pro Tag): -25°C ...+70°C
Schutzklasse	IP30
Aufstellungsort	Innenraum, in separatem Gehäuse auch für Außenbereich geeignet

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, Germany

Phone: +49 941 4090-0
E-mail: info@reinhausen.com
www.reinhausen.com

Please note:

The data in our publications may differ from
the data of the devices delivered. We reserve
the right to make changes without notice.

IN4910327/03 DE – ECOTAP® VPD® –
F0338703 – 08/23 – uw

©Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016

THE POWER BEHIND POWER.

