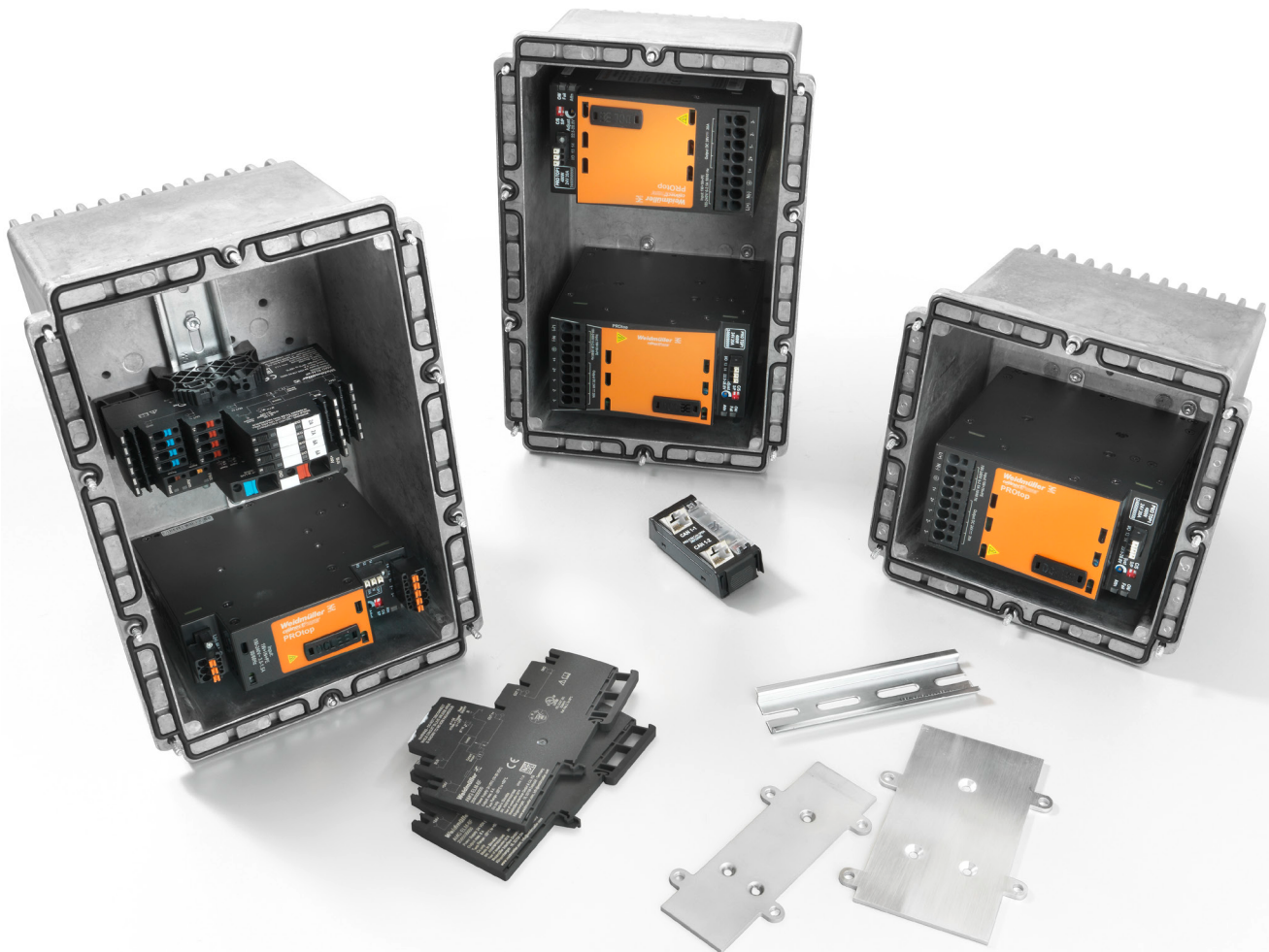


## Smart Factory Grid 24 VDC

Für dezentrale Automatisierung in IP65

Let's connect.

Whitepaper



## Inhaltsverzeichnis

- 1**    **Smart Factory Grid 24 VDC**
- 2**    **Das Konzept Smart Factory Grid 24 VDC**
- 3**    **Das sichere Smart Factory Grid**
- 4**    **Das Smart Factory Grid von Weidmüller**

- 5**    **Die Systemkomponenten**
  - 5.1. FieldPower® Gehäusesystem
  - 5.2. Einspeisebox mit High-End-Stromversorgung PROtop
  - 5.3. Abgangsboxen mit elektronischen Lastüberwachungen maxGUARD / topGUARD
  - 5.4. FieldPower® Energiebus
- 6**    **Zusammenfassung**



# 1. Smart Factory Grid 24 VDC

## Für die dezentrale Automatisierung in IP65

Intelligente Netzwerke für Daten, Energie und Steuerungstechnik bilden die Infrastruktur für das moderne Anlagenfeld. Sie passen sich schnell und flexibel an Umbauten und Erweiterungen an, überwachen sich eigenständig und können beginnende Schäden oder Unregelmäßigkeiten von Anlagenteilen erkennen und melden, bevor es zum Ausfall kommt. Solche Konzepte gibt es nun auch für die 24 VDC oder 48 VDC-Versorgung von Automatisierungstechnik. In diesem Whitepaper stellen wir Ihnen eine marktverfügbare Lösung vor.

Dezentrale Steuerungskonzepte sind bspw. in Fertigungsanlagen und automatisierten Lager- und Kommissioniersystemen weit verbreitet. Mit diesem Trend zur Auslagerung von Intelligenz im Anlagenfeld wächst natürlich auch der Bedarf an lokalen 24 VDC-Stromversorgungen. Die Schaltnetzteile sollten möglichst kompakt und in der erforderlichen Schutzart ausgeführt sein. Besonders Anwendungen für hochverfügbare Anlagenteile, z.B. in der Automobilindustrie, erfordern zudem eine redundante Auslegung der Stromversorgung. Eine sichere und optimierte DC-Versorgung für moderne, hochautomatisierte Anwendungen kann durch Stromversorgungen erreicht werden, die im Verbund arbeiten und in ein gemeinsames DC-Netz einspeisen, ohne zusätzlichen Platzbedarf zu benötigen. Eine sowohl technisch als auch wirtschaftlich überzeugende Lösung ist das Smart Factory Grid.

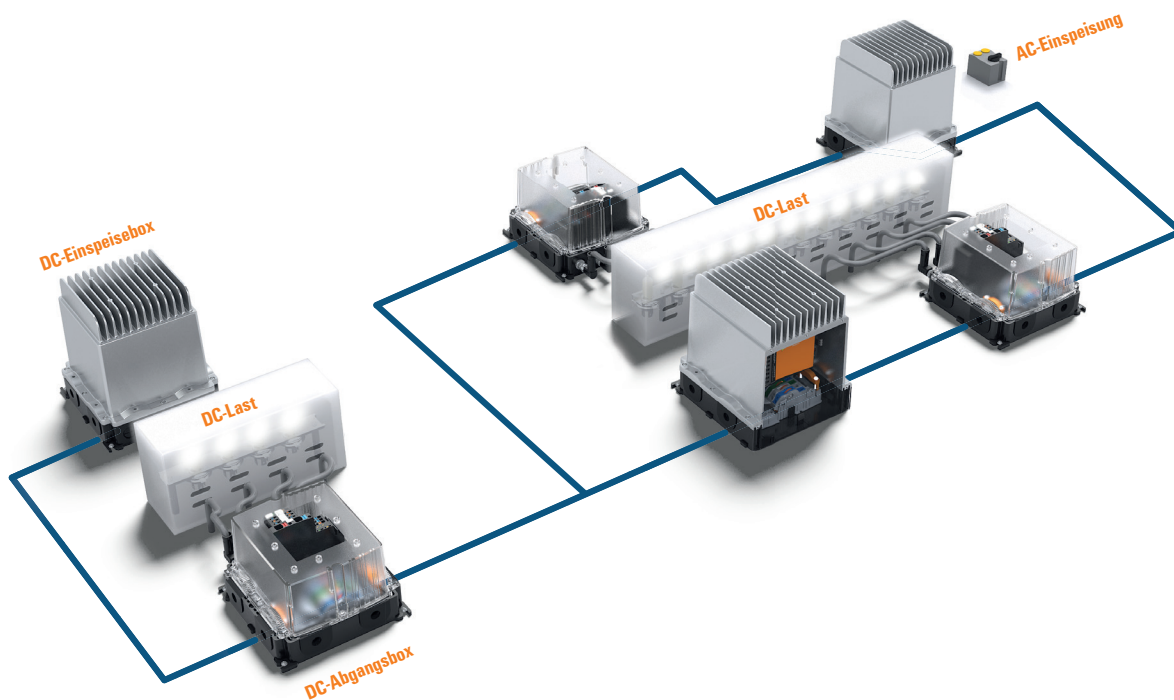


Abbildung 1: Exemplarische Visualisierung des Smart Factory Grids

## 2. Das Konzept Smart Factory Grid 24 VDC

### Ein Netz, viele Vorteile

Vorbild sind die Bestandsnetze in der Industrie. Es gibt für alle Bedarfe Netzwerke wie z.B.: Drehstrom, Daten, Druckluft oder Dampf für Prozesswärme. Ein Netz für die DC-Versorgung ist zwar nicht direkt vergleichbar, bietet aber ebenso Vorteile bei dezentralen Anlagenstrukturen. Allerdings muss diese gut geplant sein und die Versorgung muss dabei sicher und störungsfrei arbeiten. Es muss also ein intelligentes Netz, ein Smart Factory Grid, sein. Dies erfordert einen näheren Blick auf die Anforderungen. Im Einzelnen sind dies:

- Geringer Spannungsfall auch bei großen Entfernungen und unterschiedlichen Strömen
- Verfügbarkeit auch bei Überlast oder Ausfall einzelner Stromversorgungen
- Einfacher Austausch einzelner Systemkomponenten
- Einfache Erweiterbarkeit um einzelne Systemkomponenten
- Selektiver Schutz der einzelnen Abgänge
- Diagnose von Stromversorgungen und Lastabgängen für vorbeugende Instandhaltung

Ein 24 V-Netz entspricht nicht 1:1 einem 400 V-Netz. Durch die viel geringere Spannung erhöht sich der Spannungsfall an der Leitung, was die maximalen Leitungslängen einschränkt oder den erforderlichen Querschnitt erhöht. So wird es in einem Smart Factory Grid nicht eine zentrale Einspeisung, sondern mehrere im Anlagenfeld installierte Stromversorgungen geben. Der Vorteil ist, dass die Stromversorgungen ausgangsseitig in beliebigen Strukturen flexibel (Linie, Baum, Ring, Halbring) miteinander verbunden werden können. Dies bietet die freie Wahl des Installationsorts. Im Gegensatz zur klassischen Redundanz, bei der jede Stromversorgung doppelt ausgeführt wird ( $n \cdot 2$ ), muss im Smart Factory Grid lediglich eine zusätzliche Stromversorgung im Netz hinzugefügt werden ( $n + 1$ ), die dann die nötige Unterstützung im gesamten DC-Netzwerk bereitstellt.

Dieses Netz kann Teil der Hallen-, Anlagen- oder Maschineninfrastruktur sein. Standardfunktionselemente, wie Einspeise- und Abgangsboxen, können außerhalb des Schaltschranks platziert und leicht integriert werden. Mit standardisierten Schnittstellen, etwa M12 Steckverbindern, werden Installationsfehler vermieden. Eine einfache und sichere Installation ist gewährleistet. Der modulare Aufbau vereinfacht die Planung und spätere Erweiterungen oder Änderungen. Beim Neu- oder Umbau einer Fertigungslinie steht die 24 VDC-Versorgung von Beginn an bei der Maschineninstallation zur Verfügung. Fehleranfällige Provisorien sind nicht mehr erforderlich. Dadurch werden die mit der Inbetriebnahme betrauten Personen unterstützt.

Das Smart Factory Grid bietet Kostenvorteile, weil es mit weniger Netzteilen und geringeren Leitungslängen auskommt. Mit reduzierten Leitungsverlusten ist es außerdem nachhaltig zu betreiben. Die Stromversorgungen arbeiten dank optimaler Auslastung effizienter.

### 3. Das sichere Smart Factory Grid

#### Ein zuverlässiges 24 VDC-Netz

Der vorige Abschnitt hat die Vorteile eines Smart Factory Grid beschrieben. Aber bekanntlich sind Parallelschaltung von Netzteilen keine unproblematische Funktion in der Praxis - dies galt bis jetzt. Weidmüller nutzt seine integrierte O-Ring MOS-FET Technologie zur direkten Parallelschaltung von mehreren Netzteilen ohne Diodenmodule. Die Entwickler von Weidmüller haben sich intensiv mit dem Thema befasst und sicherheitstechnische Anforderungen für ein zuverlässiges 24 VDC-Netz definiert:

- Bei Ausfall einer Stromversorgung muss sich diese vom Netz entkoppeln und die anderen Stromversorgungen müssen die Last übernehmen.
- Alle Stromversorgungen müssen überlastfähig sein und bei hoher Anlaufbelastung darf keine der Stromversorgungen abschalten.
- Ein Parallelmode mit Lastausgleich muss ohne zusätzliche Komponenten verfügbar sein.
- Im Kurzschlussfall allerdings müssen alle Stromversorgungen schnell genug abschalten, um die 24 VDC-Netzleitung thermisch nicht zu überlasten.
- Die 24 VDC-Netzleitung soll bei den Kontaktstellen ungeschnitten, ohne Steck- und Klemmstellen bleiben. So treten keine Drahtbrüche oder erhöhte Übergangswiderstände auf. Darüber hinaus werden Verdrahtungsfehler minimiert.
- Die Absicherung der Lasten soll selektiv, einstellbar und mit Ausfall-Diagnose ausgerüstet sein.
- Im Fehlerfall müssen die Komponenten im Feld schnell und einfach ausgetauscht und parametrisiert werden können.

## 4. Das Smart Factory Grid von Weidmüller

### Dezentrale Stromerzeugung in IP65

Die Anforderungen und Sicherheitsmaßnahmen sind also definiert. Sie bilden den Rahmen für ein Konzept: Weidmüller hat eine Smart Factory Grid-Lösung entwickelt, die durch dezentrale Installation kurze Leitungslängen zwischen Last und Quelle ermöglicht und zugleich modular erweiterbar ist. Die redundante, ein-fehler-sichere Versorgung kommt mit deutlich weniger Stromversorgungen als klassische Lösungen aus. Das Ergebnis lässt sich anhand bestimmter Kernaspekte umreißen:

- Ein gemeinsames 24 VDC-Netz in beliebiger Struktur (Linie, Baum, Ring, Halbring)
- Fünf-adrige 24 VDC-Netzleitung von 2,5mm<sup>2</sup> bis 6 mm<sup>2</sup> (2x 24 V, 2x GND und 1x FE)
- Einspeisen von Stromversorgungen in das gemeinsame 24 VDC-Netz an frei wählbaren Stellen
- Anschluss der 24VDC-Verbraucher an frei positionierbaren Abgangsböden mit selektiver Lastüberwachung
- Standardisierte und vorkonfektionierte Anschlussleitungen für die Verbraucher (z.B. M12 Power Steckverbinder)

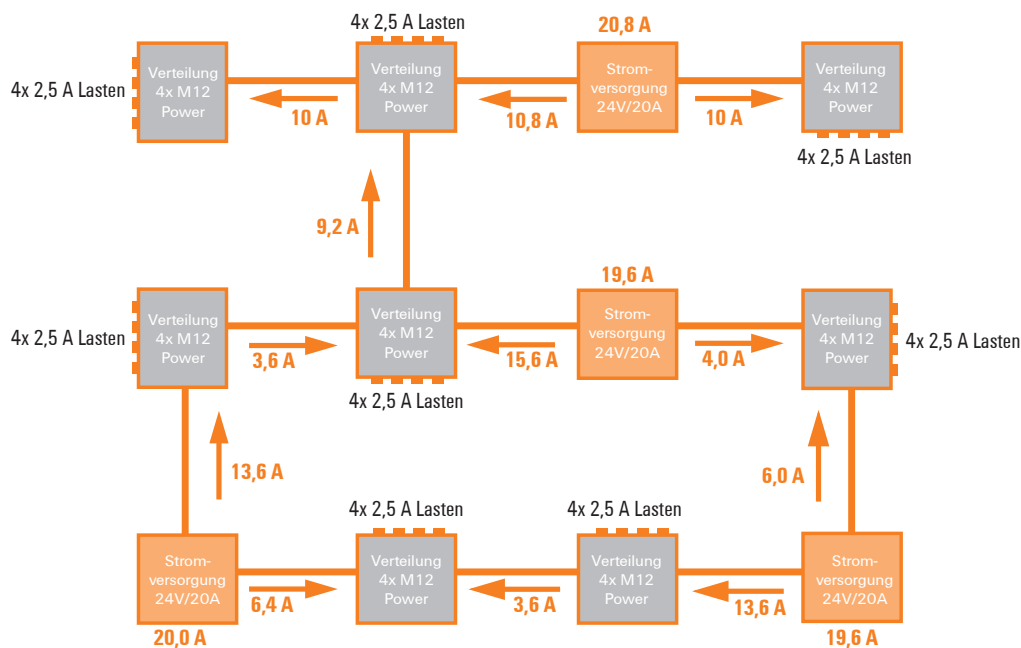


Abbildung 2: Beispielhafte Topologie des Smart Factory Grid Konzepts von Weidmüller

## 5. Die Systemkomponenten

### FieldPower® – Der modulare Systembaukasten

Weidmüller bietet mit seinem modularen Systembaukasten FieldPower® alle benötigten Komponenten an. Damit erhält der Anwender ein modulares System, das den höchsten industriellen Anforderungen genügt. Das Portfolio umfasst alle elektro-mechanischen und elektronischen Komponenten einschließlich der Schutzgehäuse. Die Standardisierung vereinfacht Installation, Erweiterung und Wartung. Gleichzeitig sorgt sie für höchste Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

#### 5.1 FieldPower® Gehäusemodule

Die FieldPower® Gehäusemodule dienen als Basis für die Einspeise- und Abgangsboxen. Die Ausführung gemäß Schutzart IP65 und die passive Kühlung ermöglichen die Installation außerhalb des Schaltschranks. Die Stromversorgung ist im Aluminium-Kühldeckel und Lastabgangsüberwachung im Kunststoffdeckel eingebaut. Dies erlaubt im Servicefall einen schnellen Austausch.

#### 5.2 Einspeisebox mit High-End-Stromversorgung PROtop

Die Einspeisebox bietet Anschlüsse für zwei ungeschnittene Leitungen (vgl. Abschnitt FieldPower® Energiebus) zur 400 V-Versorgung sowie zur 24 VDC-Verteilung. Ein interner Sicherungssteckverbinder schützt die integrierte Stromversorgung. Für eine direkte und umfassende Kommunikation mit der Steuerung sorgt eine IO-Link Schnittstelle. Das Herzstück dieses Moduls ist die PROtop Stromversorgung, die folgende Vorteile mit sich bringt:

Mit Wirkungsgraden von bis zu 95,3 % und MTBF-Werten > 1.000.000 h sind PROtop-Geräte die Flaggschiffe unter den Stromversorgungen von Weidmüller. Integrierte O-Ring MOSFET erlauben eine direkte Parallelschaltung ohne Diodenmodule und stellen den kontinuierlichen Betrieb auch bei Ausfall einer Stromversorgung sicher. Im Fehlerfall wird der Ausgang einfach hochohmig geschaltet. Damit es gar nicht so weit kommt, bieten die PROtop-Geräte hohe Stromreserven (statisch: 130% dauerhaft bis zu 40°C; dynamisch: 150% für 5s, 600% für 20ms). So bewältigen sie auch unsymmetrische Lastschwankungen. Die „weiche Kennlinie“ bewirkt immer gleiche Ausgangsspannungen und den Ausgleich der Stromversorgungen bei unterschiedlichen Lasten und Leitungslängen. Eine Einschaltstrombegrenzung verhindert das Auslösen des vorgeschalteten 400/480 V Schutzorgans bei Schaltvorgängen unter Vollast. Im „Shut-down Mode“ schaltet die Stromversorgung im Kurzschlussfall ab und begrenzt so die Energie passend zum Leitungsquerschnitt.

Eine nachrüstbare Kommunikationsschnittstelle für Datentransparenz, Condition-Monitoring und die Fernsteuerung runden das Leistungsspektrum ab.

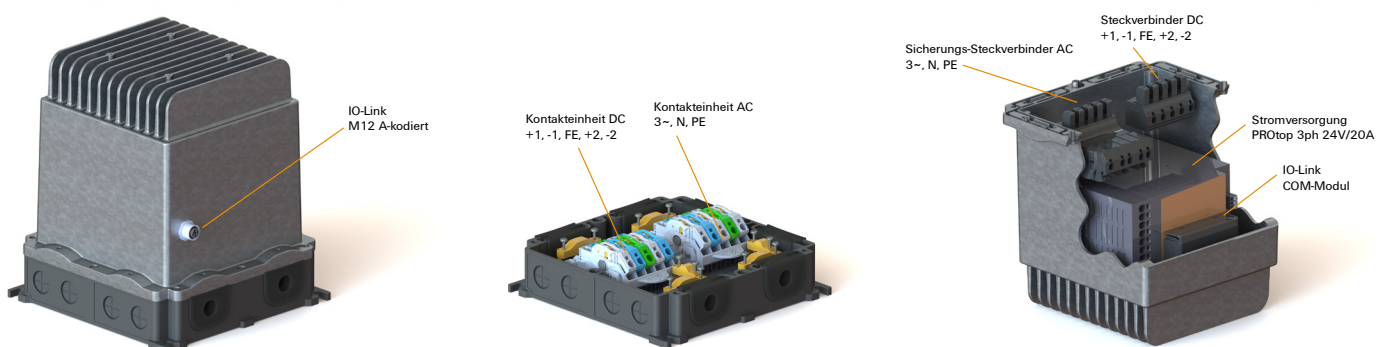


Abbildung 3: Aufbau der Einspeisebox mit High-End-Stromversorgung PROtop

### 5.3 Abgangsbboxen mit elektronischen Lastüberwachungen maxGUARD / topGUARD

Die Lastabgangsbboxen basieren auf demselben Gehäusekonzept wie die Einspeiseboxen. Die 24 VDC-Versorgung erfolgt ebenfalls über ungeschnittene Leitungen (vgl. Abschnitt FieldPower® Energiebus). Die Verteilung zu den jeweiligen Verbrauchern wird hingegen steckbar realisiert. Durch die Verwendung von M12 Steckverbindern bleibt der Aufbau völlig flexibel. Es können unter anderem A-, T oder L-codierte Steckverbinder genutzt werden. Um diese Steckverbinder sowie die angeschlossenen Leitungen normkonform zu schützen, befindet sich im Inneren der Lastabgangsbbox das maxGUARD oder topGUARD System.

Das maxGUARD System ist ein modular aufgebautes, elektronisches Lastabgangssystem, welches aus einem Einspeisemodul und mehreren angereichten Abgangsmodulen besteht. Die Abgangsmodule sind sowohl mit fest eingestellten als auch mit frei einstellbaren Sicherungswerten bis zu 12 A pro Modul verfügbar. Hervorzuheben sind die 4 A Class 2 Module für die NEC-konforme Verteilung. Dies hat den Vorteil, dass die Komponenten hinter dem Abgang nicht UL-konform sein müssen. Sollte es zu einer Überlast oder einem Kurzschluss kommen, schaltet maxGUARD den betroffenen Kanal ab. Gleichzeitig wird ein Alarmsignal an die Steuerung gesendet. Ist der Fehler behoben, kann die Station durch einen Reset-Kontakt wieder eingeschaltet werden. Dies kann ebenfalls durch die Steuerung erfolgen. Schalthandlungen direkt an der Box sind nicht nötig. Das topGUARD System stellt eine Erweiterung des maxGUARD Systems dar. So bietet topGUARD statt der einfachen Alarm- und Reset-Kontakte eine IO-Link-Schnittstelle, die die Kommunikationsmöglichkeiten erheblich erweitert. Sie ermöglicht beispielsweise ein Monitoring jedes einzelnen Moduls in Bezug auf die Spannung und Stromaufnahme, ebenso ein Ein- und Ausschalten der einzelnen Kanäle sowie auch das Rücksetzen im Fehlerfall. Weiterhin können die verwendeten Module direkt über die Steuerung parametrisiert werden.

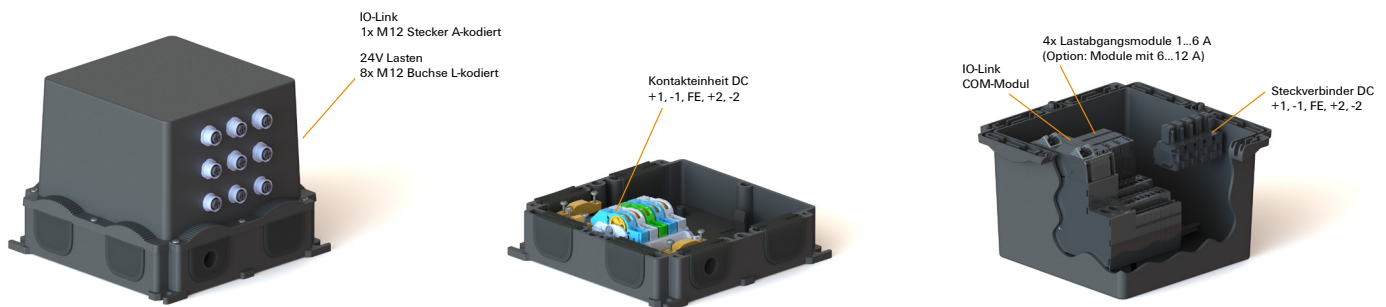


Abbildung 4: Aufbau der Abgangsbboxen mit elektronischen Lastüberwachungen maxGUARD / topGUARD

#### 5.4 FieldPower® Energiebus

Ein weiterer, wichtiger Punkt ist die Anschlusstechnik. Bei ungeschnittenen Leitungen sind die Abgriffe neuralgische Punkte. Auftrennen und Wiederanschießen sind Fehlerquellen, die beispielsweise zu ungewolltem Verringern des Querschnitts oder hochohmigen Übergängen führen können. Mit der FieldPower® Anschlusstechnologie werden die Leitungen nicht aufgetrennt, sondern per IDC-Technologie sicher abgezweigt. Die Anschlüsse sind in den Varianten „Drehstrom 5polig“ und „Gleichstrom 5 polig mit jeweils 2x 24V, 2x GND und 1x FE“ erhältlich. Mit FieldPower® können Leiterquerschnitte von 2,5mm<sup>2</sup> bis 6mm<sup>2</sup> verwendet werden.

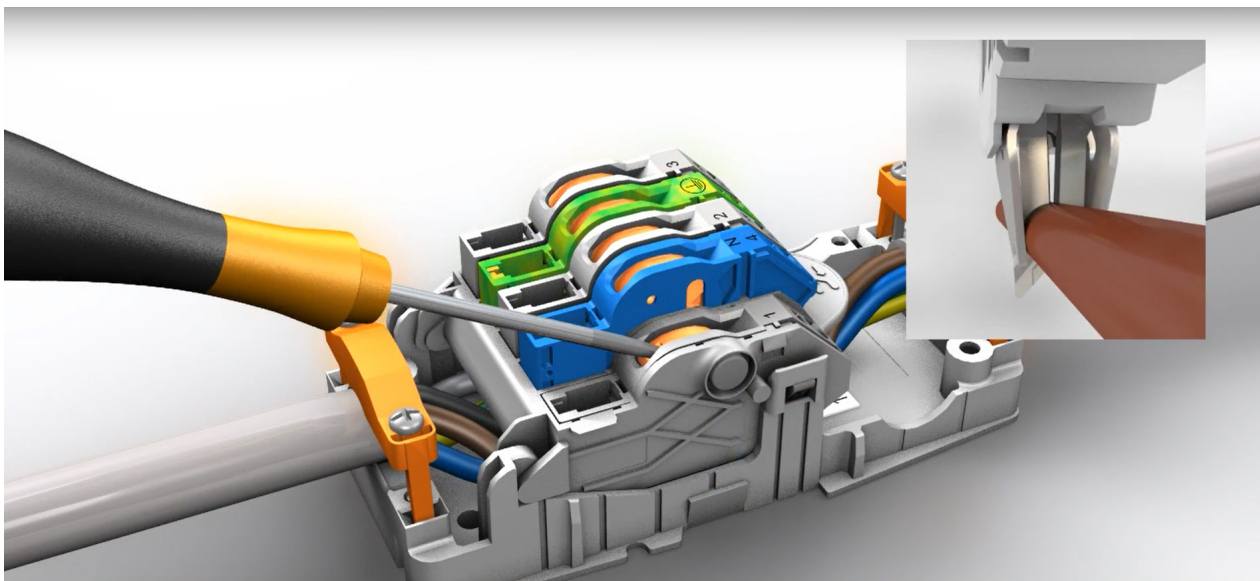
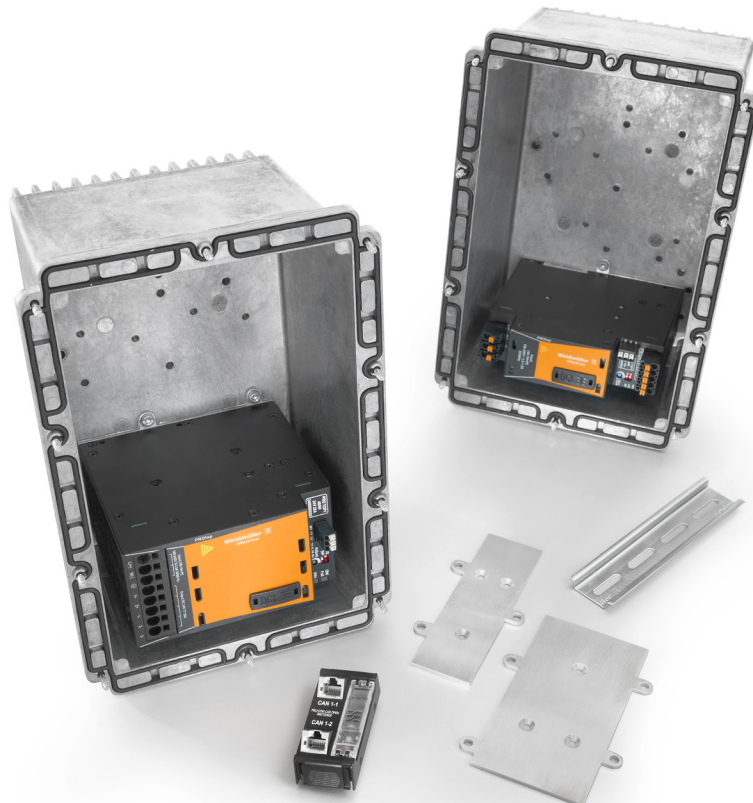


Abbildung 5: 400V Versorgung mit der bewährten FieldPower® Technologie

## 6. Zusammenfassung

### Eigenschaften des Weidmüller Smart Factory Grids 24 VDC

- Für einen zuverlässigen und sicheren Betrieb sind n+1 Netzteile ausreichend.
- Die „weiche Kennlinie“ bewirkt den Ausgleich der Stromversorgungen bei unterschiedlichen Lasten und Leitungslängen.
- Die enorme Überlastfähigkeit der Netzteile bewältigt Leistungsspitzen und Lastschwankungen.
- Der O-Ring MOSFET stellt den kontinuierlichen Betrieb auch bei Ausfall einer Stromversorgung sicher.
- Die einstellbare Kurzschlussabschaltung vermeidet die thermische Überlastung der Leitung bei Kurzschluss.
- Die IP65 Gehäuse mit Kühldeckel ermöglicht die Installation außerhalb des Schaltschranks.
- Die Einschaltstrombegrenzung der Stromversorgungen erlaubt das Einschalten unter Volllast ohne Auslösen des vorgeschalteten 400/480 V Schutzorgans.
- Die hohe Energieeffizienz der Stromversorgungen senkt die Betriebskosten und steigert die Lebensdauer.
- Das System lässt sich einfach installieren und erweitern.
- Der modulare Systembaukasten FieldPower® in IP65 bietet identische Schnittstellen für Einspeise- und Abgangsboxen.
- Die FieldPower® Anschluss-Technologie ohne Auftrennen der Adern ermöglicht die schnelle, einfache und fehlerfreie Kontaktierung der Energiebusleitung.
- Die M12 Power-Abgangssteckverbinder erlauben die Verwendung von vorkonfektionierten Abzweigleitungen mit Standard Steckverbindern.
- Das Smart Factory Grid 24 VDC funktioniert sogar ohne Daten-Kommunikationsschnittstellen.
- Die nachrüstbare Kommunikationsschnittstelle der Stromversorgungen PROtop sowie des Lastüberwachungssystems topGUARD sorgt für Datentransparenz, Condition Monitoring und die Möglichkeit der Fernsteuerung.



---

## Ulrich Trapp

### Produktmanager Application Team Conveying

Ulrich Trapp (Dipl.-Ing. FH) ist überzeugt von dem modularen FieldPower® Konzept für dezentrale Automatisierungsaufgaben.

In der Tat bietet es große Potentiale der Produktivitätssteigerung für die Kunden. Er ist seit über 10 Jahren als Produktmanager bei Weidmüller aktiv.

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Deutschland**  
**Kontakt: [ulrich.trapp@weidmueller.com](mailto:ulrich.trapp@weidmueller.com)**



---

**Key Words:** FieldPower, Smart Factory Grid, Dezentrale Automatisierung, Gleichstrom erzeugen und absichern, Dezentrales Energiemanagement, Funktionsorientierte Dezentralisierung

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG  
Klingenbergstraße 26  
32758 Detmold, Germany  
Telefon +49 5231 14-0  
Telefax +49 5231 14-2083  
[www.weidmueller.com](http://www.weidmueller.com)

Wir behalten uns das Recht vor, technische Änderungen vorzunehmen 11/2019