

## Regulierte vs. unregulierte Wandler

Wann sollte man welchen wählen?



In der Leistungselektronik ist eine der ersten Überlegungen beim Entwurf eines Gleichstromsystems die Frage, ob ein geregelter oder unregelter DC/DC-Wandler verwendet werden soll. Die Wahl hat direkten Einfluss auf Spannungsstabilität, Genauigkeit, Wirkungsgrad, Kosten und allgemeine Zuverlässigkeit.

Das Verständnis, wie sich die Regelung auf die Leistung in der industriellen Automatisierung, in medizinischen Geräten und in IoT-Geräten auswirkt, kann darüber entscheiden, ob ein Produkt in der Praxis erfolgreich ist.

Dieser Artikel beschreibt die Unterschiede zwischen geregelten und unregulierten DC/DC-Wandlern und hebt hervor, wo die jeweiligen Vorteile liegen und wo ihre Grenzen deutlich werden.

### Was bedeutet Regelung bei DC/DC-Wandlern?

Ein DC/DC-Wandler wandelt einen Gleichspannungspegel in einen anderen um, in der Regel mithilfe von Schalt- oder linearen Verfahren. Der Begriff „Regelung“ bezieht sich auf die Fähigkeit des Wandlers, trotz Schwankungen der Eingangsspannung oder des Laststroms eine konstante Ausgangsspannung aufrechtzuerhalten.

**Unregelte Wandler** sind einfache Konstruktionen, die meist aus einem Transformator (zur Isolierung), einem Gleichrichter und Filterkomponenten bestehen. Da ihnen eine Rückkopplungssteuerung fehlt, ist ihre Ausgangsspannung direkt proportional zur Eingangsspannung und zum von der Last aufgenommenen Strom. Wenn der Eingang steigt oder die Last sinkt, steigt die Ausgangsspannung tendenziell an und umgekehrt.

**Geregelte Wandler** verfügen hingegen über einen Rückkopplungsregelkreis, der die Ausgangsspannung kontinuierlich überwacht und die Schaltzyklen oder Steuerelemente modifiziert, um die Ausgangsstabilität aufrechtzuerhalten.

Unabhängig davon, ob dies mit linearen Regelungen oder Schalt-Topologien (wie Buck, Boost

oder isoliertem Forward/Flyback) erreicht wird, ist der Zweck derselbe: messen, vergleichen und korrigieren. Die Notwendigkeit der Spannungsregelung in modernen Systemen kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, da verschiedene Subsysteme auf eine stabile Gleichstromversorgung angewiesen sind.

### Wann sollte welcher Typ verwendet werden?

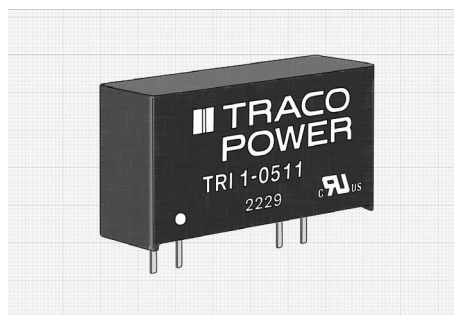
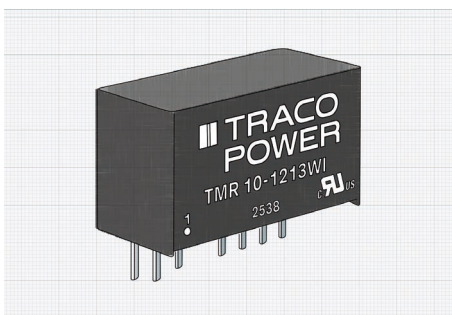
Verwenden Sie **geregelte DC/DC-Wandler**, wenn:

- **die Eingangsspannung schwankt:** Batteriebetriebene und erneuerbare Energiesysteme sind häufig großen Spannungsschwankungen ausgesetzt. Die Regelung sorgt dafür, dass die nachgeschaltete Elektronik unabhängig vom Verhalten der Quelle eine konstante Spannung erhält.
- **die Last empfindlich ist:** Mikrocontroller, Kommunikationsmodule und analoge Sensoren benötigen exakte Spannungen, um ordnungsgemäß zu funktionieren und Fehlfunktionen oder Datenkorruption zu vermeiden.
- **mehrere Lasten einen Wandler gemeinsam nutzen:** Die Aufrechterhaltung der Spannungsstabilität in verteilten Systemen mit schwankender Stromaufnahme reduziert gegenseitige Störungen zwischen den Schaltkreisen.
- **lange Kabelwege oder Umgebungsschwankungen vorliegen:** Spannungsabfälle aufgrund von Drahtwiderständen oder temperaturabhängigen Bauteilbewegungen können die Versorgungsgenauigkeit beeinträchtigen. Die Regelung gleicht diese Auswirkungen automatisch aus.

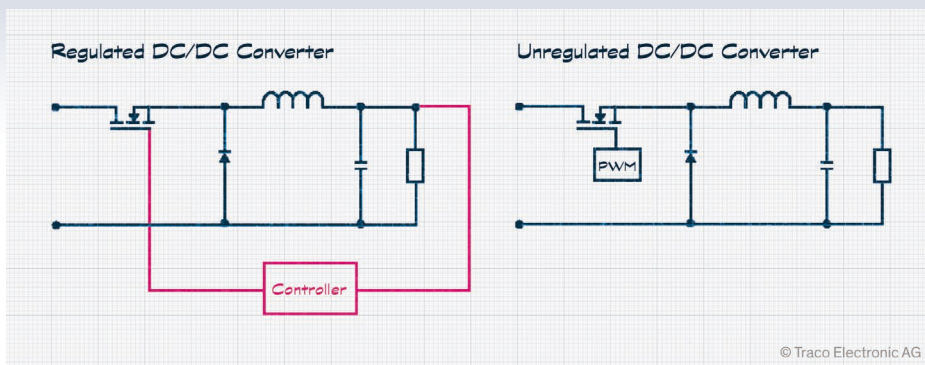
Verwenden Sie **unregelte DC/DC-Wandler**, wenn:

- **Eingang und Last relativ stabil sind:** Ein fester industrieller Gleichstrombus kann beispielsweise leichte Spannungsschwankungen ausgleichen und gleichzeitig stabile Lasten versorgen.
- **eine Spannungstoleranz von  $\pm 10\text{--}20\%$  akzeptabel ist:** Geräte wie Gleichstrommotoren, Magnetspulen und Widerstandsheizungen können innerhalb dieses Bereichs normal betrieben werden.
- **Kosten, Einfachheit und Größe Vorrang haben:** Unregulierte Wandler, die weniger Komponenten und keine Rückkopplungsschaltungen haben, sind häufig kleiner und bei geringen Lasten effizienter.
- **das Übergangsverhalten gut bekannt ist:** In Anwendungen mit geringer Leistung oder ohne kritische Anforderungen sind Spannungsschwankungen beim Schalten oder bei Laständerungen möglicherweise unerheblich.

Traco Electronic AG  
info@tracopower.com  
www.tracopower.com



Geregelter (li) und unregulierter (re) DC/DC-Wandler © Traco Electronics AG



## Regulierte vs. unregulierte DC/DC-Wandlerkonstruktion

### Zusammengefasst

Beide Wandlertypen erfüllen nach wie vor nützliche Zwecke. Geregelter Ausführungen bieten eine stabilere, besser vorhersagbare Leistung, während unregulierte Versionen attraktiv bleiben, wenn niedrige Kosten und Einfachheit Vorrang vor Präzision haben. Die beste Option hängt davon ab, wie viel Spannungsänderung Ihr System ohne Leistungseinbußen verkraften kann.

### Wichtige Auswahlkriterien

Die Wahl zwischen geregelten und unregulierten DC/DC-Wandlern geht über die angegebene Ausgangsspannung hinaus. Ingenieure sollten untersuchen, wie sich die einzelnen Designs in realen Szenarien verhalten.

- 1. Eingangsspannungsbereich:** Bestimmen Sie, wie stark die Quellenspannung während des regulären und transienten Betriebs schwankt. Fahrzeug- und Batteriesysteme können stark variieren, manchmal von 9 V bis 36 V, sodass geregelte Wandler erforderlich sind, um konstante 5-V- oder 12-V-Spannungen aufrechtzuerhalten.
- 2. Lastcharakteristika:** Unregulierte Designs können für Konstantstrom- oder ohmsche Lasten geeignet sein. Dynamische oder digitale Lasten erzeugen jedoch schnelle Stromimpulse, die ohne aktive Regelung zu Spannungsabfällen führen.
- 3. Anforderungen an Genauigkeit und Welligkeit:** Präzisionselektronik und datensensitive Schaltungen erfordern eine Stabilität im Millivoltbereich und eine minimale Welligkeit. Dies kann nur mit geregelten DC/DC-Wandlern mit ausreichender Filterung erreicht werden.
- 4. Effizienzziele:** Während unregulierte Designs aufgrund weniger Umwandlungsstufen effizienter erscheinen mögen, können geregelte Wandler, die synchrone Gleichrichtung und moderne Steuer-ICs kombinieren, derzeit Wirkungsgrade von mehr als 90 % erreichen, selbst bei kleinen Größen.
- 5. Umgebungsbedingungen:** Temperaturschwankungen können zu einer merklichen Drift im Ausgang eines unregulierten Wandlers führen. Im Gegensatz dazu korrigieren geregelte Wandler diese Drifts automatisch und halten die Spannung unter wechselnden Bedingungen konstant.

- 6. Budget- und Größenbeschränkungen:** Bei kostenorientierten oder großvolumigen Designs werden oft unregulierte Wandler gewählt, wenn ein geringer Leistungsverlust als akzeptabler Kompromiss angesehen wird. In kritischen Systemen überwiegt jedoch häufig das Risiko eines Ausfalls oder einer Ausfallzeit den geringen Preisvorteil eines geregelten Geräts.
- 7. Sicherheitsmargen:** Bewerten Sie, wie der Wandler mit Anlaufstromstößen, kurzen Leistungsspitzen und plötzlichen Laständerungen umgeht. Das Design sollte über den gesamten Betriebsbereich stabil und vorhersehbar bleiben.

### Moderne Designüberlegungen

Fortschritte in der Halbleitersteuerung, der digitalen Rückkopplung und der Leistungs-MOSFET-Technologie haben die Unterscheidung zwischen geregelten und unregulierten Wandlern verwischt. Viele winzige, kostengünstige geregelte Module erreichen heute eine ausgezeichnete Effizienz und einen niedrigen Geräuschpegel, der dem von unregulierten Geräten entspricht, jedoch mit einer deutlich besseren Spannungssteuerung.

Gleichzeitig leisten unregulierte Wandler weiterhin gute Dienste in Bereichen, in denen Robustheit Vorrang vor Stabilität hat. Beispielsweise erfordern Leuchtanzeigen, einfache Sensoren

oder kostengünstige IoT-Knoten häufig nur eine minimale Schaltung und eine lange Lebensdauer, anstatt einer Genauigkeit im Sub-Prozent-Bereich.

In vielen Fällen wird ein hybrider Ansatz gewählt, um ein Gleichgewicht zwischen Kosten und Präzision zu erreichen. So kann beispielsweise ein unregulierter Wandler zur Bereitstellung der Hauptversorgungsspannung verwendet werden, während ein linearer Regler mit geringem Spannungsabfall am Ausgang die Endspannung glättet.

### Fazit

Bei der Regelung in DC/DC-Wandlern geht es im Wesentlichen um die Frage von Kontrolle oder Einfachheit. Ein geregelter Wandler hält die Spannung über große Eingangs- und Laständerungen konstant und gewährleistet so eine präzise und vorhersehbare Leistung in empfindlichen elektronischen Systemen.

Ein unregulierter Wandler opfert etwas Präzision zugunsten von Effizienz, Kompaktheit und Kosteneffizienz, wodurch er sich für Anwendungen eignet, bei denen die Spannungsstoleranzen gelockert sind und die Systemlasten stabil sind.

Die optimale Designentscheidung wird von drei wesentlichen Faktoren bestimmt: Wie veränderlich ist die Eingangsquelle, wie wichtig ist die Spannungsgenauigkeit für die Systemleistung und wie viel Komplexität lassen Ihr Budget und Ihr Platzangebot zu?

Traco Power bietet eine vielfältige Palette an geregelten und unregulierten DC/DC-Wandlern, die für Leistung, Stabilität und langfristige Zuverlässigkeit in industriellen, medizinischen und Kommunikationsanwendungen entwickelt wurden. ◀

### Vergleich auf einen Blick

Merkmal	Geregelter Wandler	Unregulierter Wandler
Stabilität bei Eingangsänderungen	Ausgezeichnet, hält die Ausgangsleistung konstant	Schlecht – variiert proportional zur Eingangsleistung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	Strenge Spannungsregelung, minimale Abweichung	Abhängig vom Laststrom
Komplexität/Kosten	Höher (einschließlich Regelschaltung)	Geringer (einfacheres Design)
Wirkungsgrad	Variiert je nach Topologie; kann bei modernen Schaltkreisen hoch sein.	In der Regel höher aufgrund der Einfachheit
Typische Anwendungen	Kommunikationsgeräte, Sensoren, eingebettete Systeme	Motoren, LED-Beleuchtung, unkritische Lasten
Welligkeit und Rauschen	Gering (bei guter Konstruktion und Filterung)	Mäßig bis hoch
Größe und Gewicht	Kompakt bei Hochfrequenzschaltern	Im Allgemeinen kompakt, aber weniger stabil