

Der Borgna-Converter

Eine neue Topologie für hocheffiziente Schaltregler

Daniel Gfeller

Der Erfinder

Luciano Borgna

Dipl. El. Ing. HTL

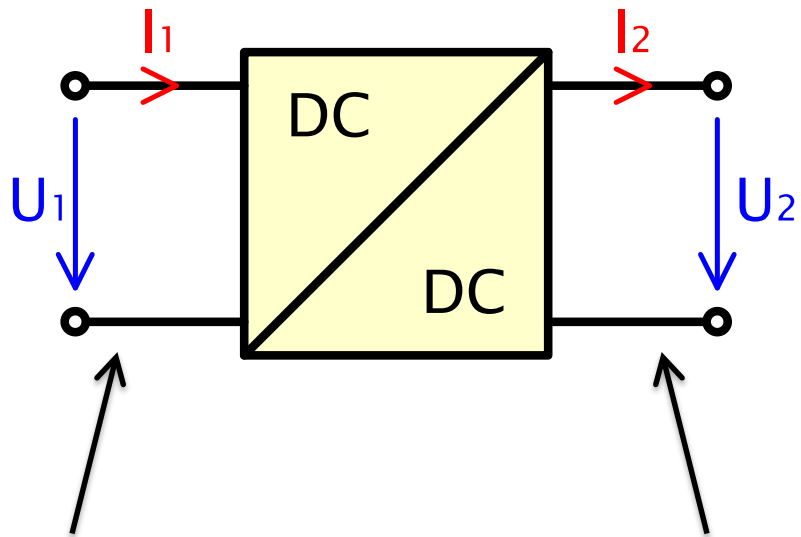
Langjähriger Wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Labor für Photovoltaiksysteme der
Berner Fachhochschule.



Was ist ein Schaltregler?

Ein Schaltregler ist ein Gerät, welche aus einer Eingangsspannung eine Ausgangsspannung mit einem anderen Wert erzeugt. Der ideale Schaltregler hat keine Verluste.

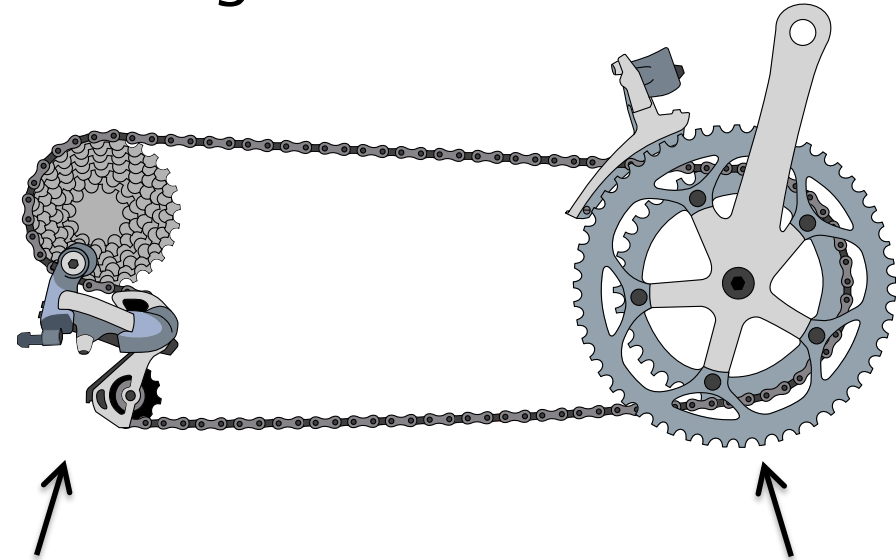
Schaltregler (Beispiel)



hohe Spannung,
kleine Stromstärke

kleine Spannung,
hohe Stromstärke

Zum Vergleich: Kettenschaltung



hohe Drehzahl,
kleines Drehmoment

kleine Drehzahl,
hohes Drehmoment

Was ist ein Schaltregler?

Beispiele...



Viele moderne Schaltregler haben bereits sehr gute Wirkungsgrade (z.B. Solarwechselrichter $\eta > 98\%$).

Die noch vorhandenen Verluste lassen sich etwa zur Hälfte auf Schaltverluste zurückführen, welche entstehen, weil das Umschalten der Leistungshalbleiter nicht beliebig schnell erfolgen kann.



Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

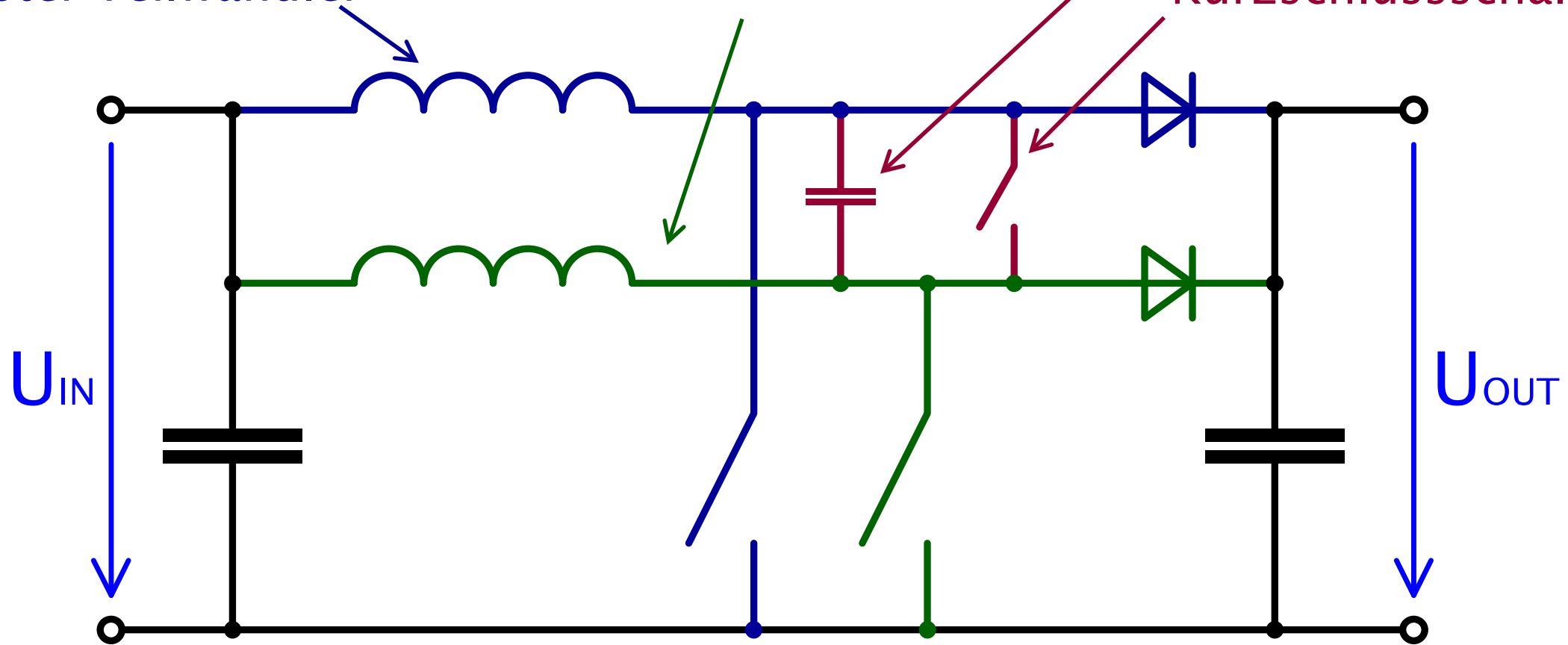
Beispiel: Borgna-Aufwärtswandler

Erster Teilwandler

Zweiter Teilwandler

Koppelkondensator

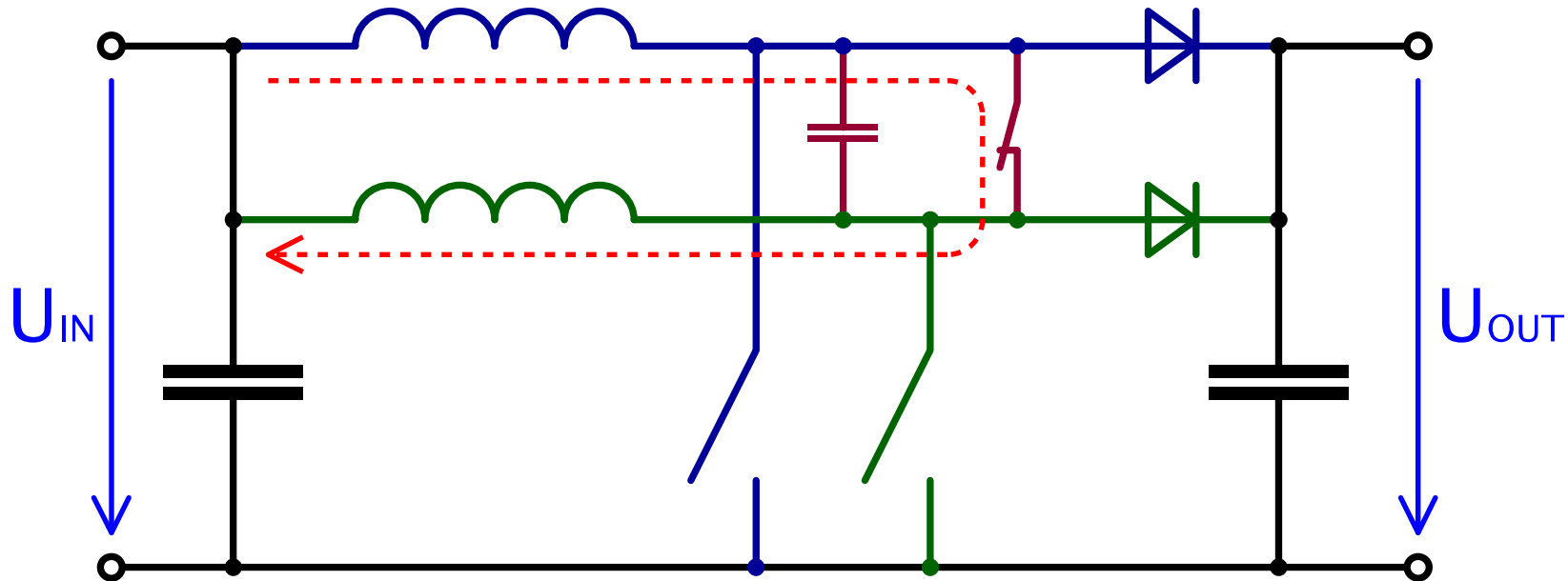
Kurzschlussschalter



Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Ausgangslage

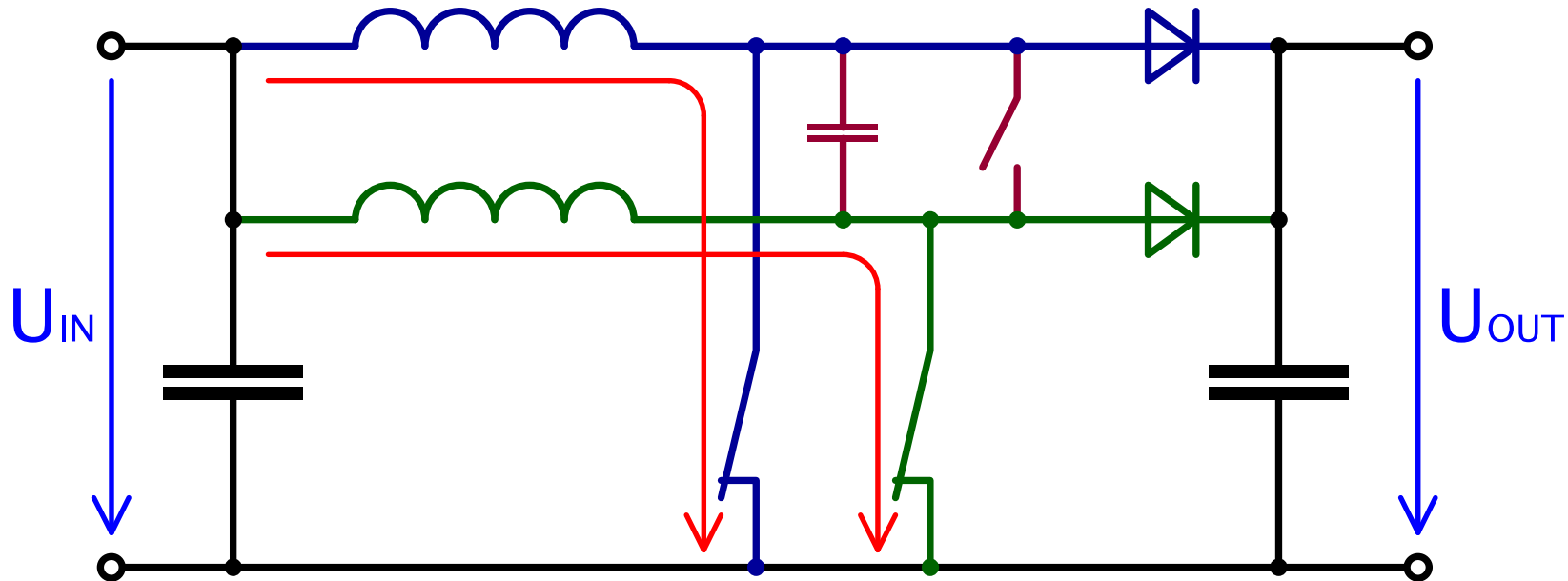
- Die Schaltung ist weitgehend stromlos (lückender Betrieb, *DCM*).
- Eventuell fließt ein kleiner Ausgleichsstrom zwischen den Teilwandlern.



Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 1

- Die beiden Hauptschalter werden eingeschaltet.
- Es beginnt ein Strom durch die beiden Spulen zu fließen.

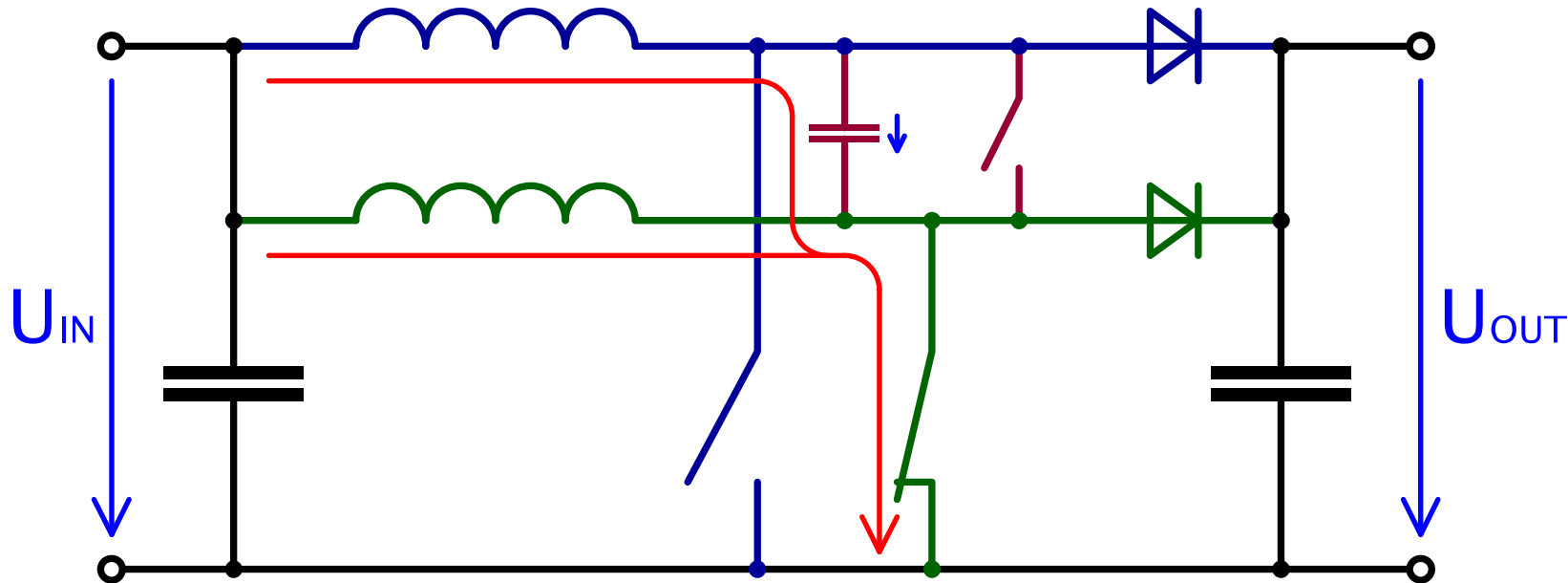


- Das Einschalten ist stromlos.
- Keine Schaltverluste!

Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 2

- Wenn der Sollwert erreicht ist, wird der erste Hauptschalter ausgeschaltet.
- Der Strom der ersten Spule wird in den Koppelkondensator umgeleitet.

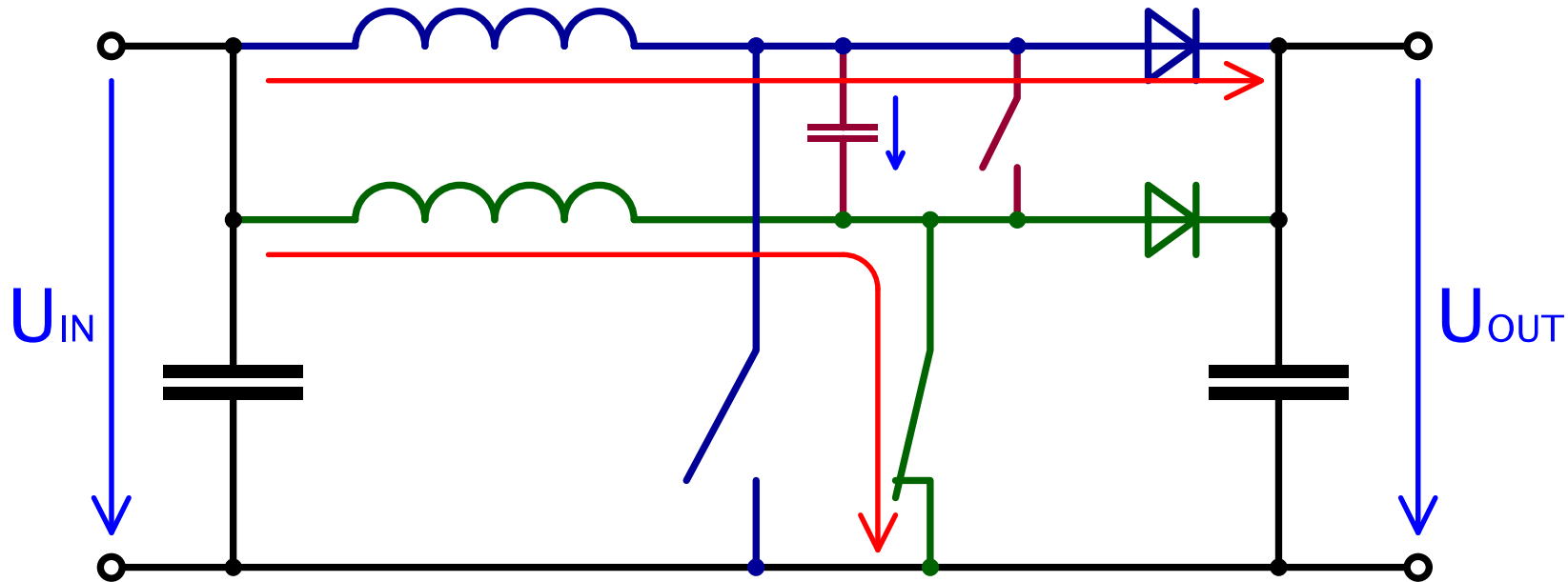


- Die Schaltspannung steigt langsam an.
- Das Ausschalten ist fast spannungslos.
- Kaum Schaltverluste!

Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 3

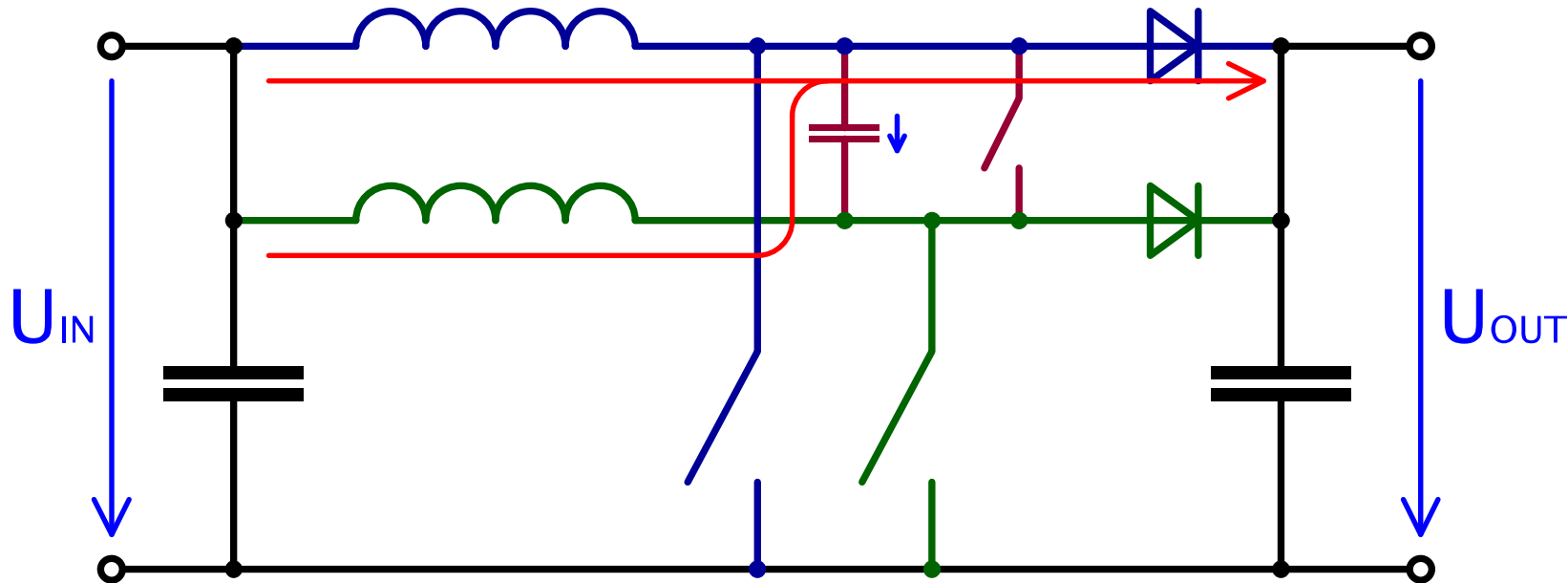
- Wenn der Koppelkondensator auf die Ausgangsspannung aufgeladen ist, wird die erste Diode leitend.



Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 4

- Der zweite Hauptschalter wird ausgeschaltet.
- Der Strom der zweiten Spule wird in den Koppelkondensator umgeleitet.

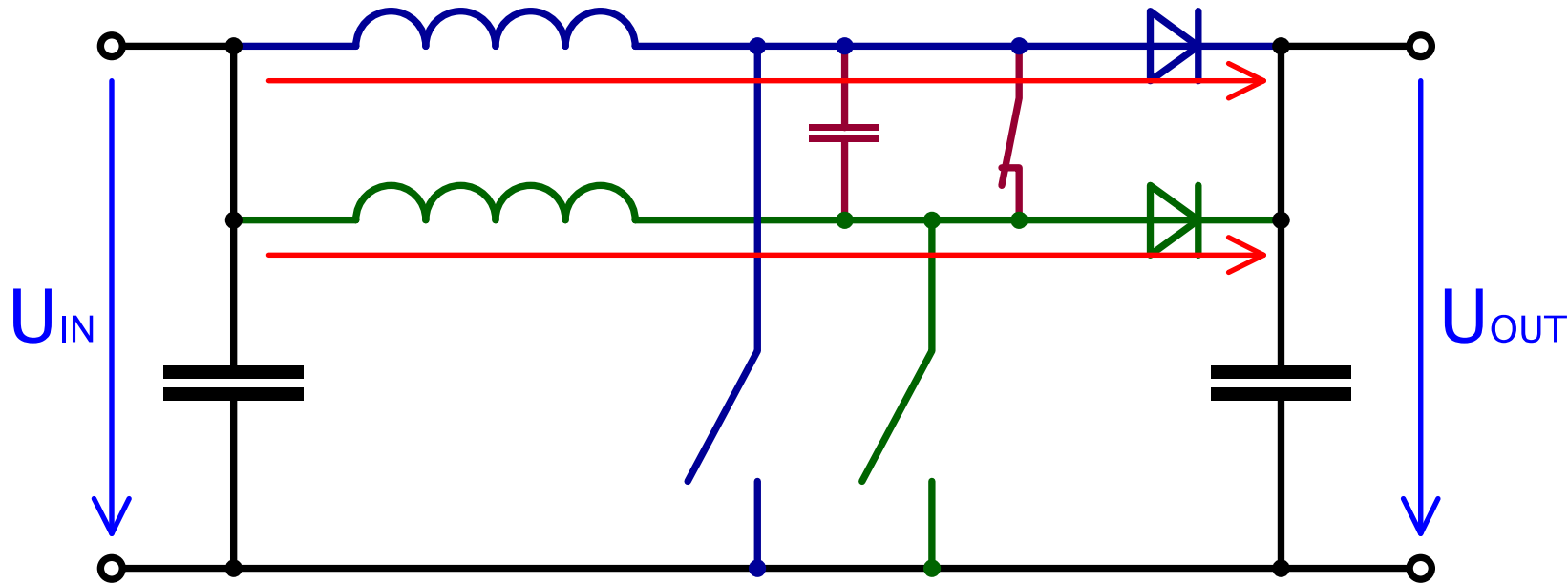


- Die Schaltspannung steigt langsam an.
- Das Ausschalten ist fast spannungslos.
- Kaum Schaltverluste!

Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 5

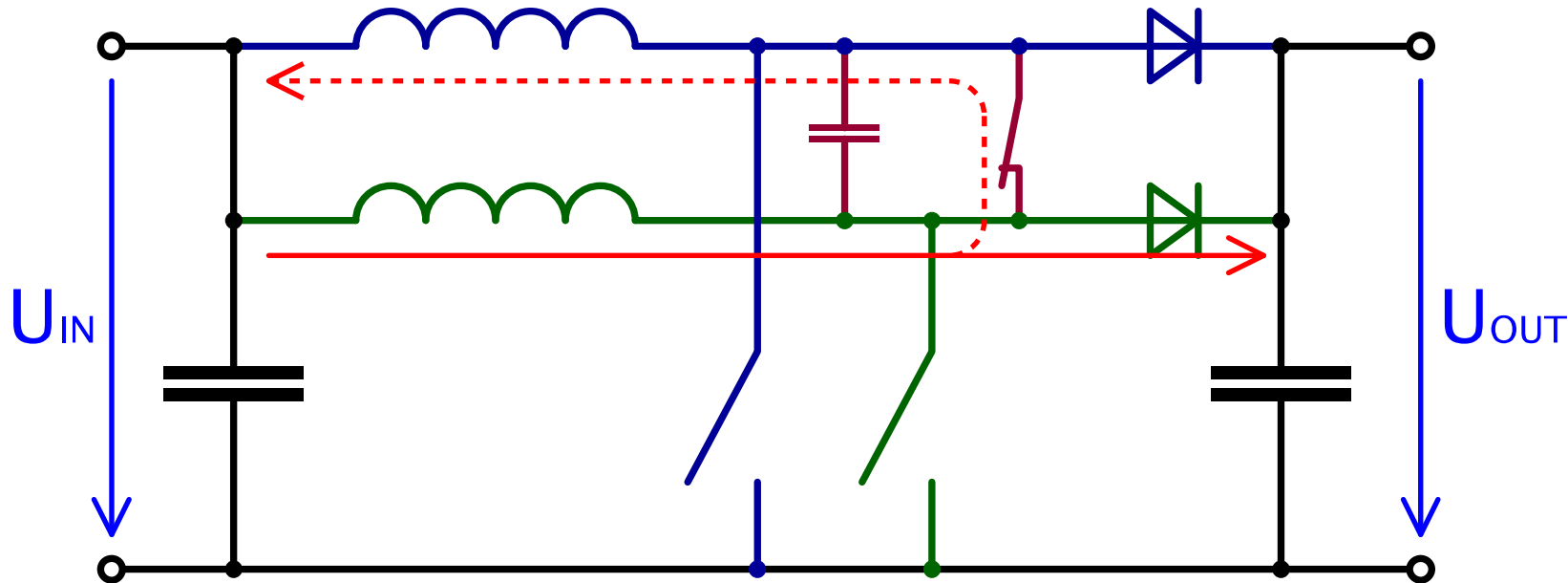
- Wenn der Koppelkondensator entladen ist, wird die zweite Diode leitend.
- Beide Spulen transferieren ihre Energie in den Ausgang.



Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 6

- Wenn die erste Spule entladen ist, wird die erste Diode wieder sperrend.
- Es beginnt ein Ausgleichsstrom zwischen den Teilwandlern zu fließen.

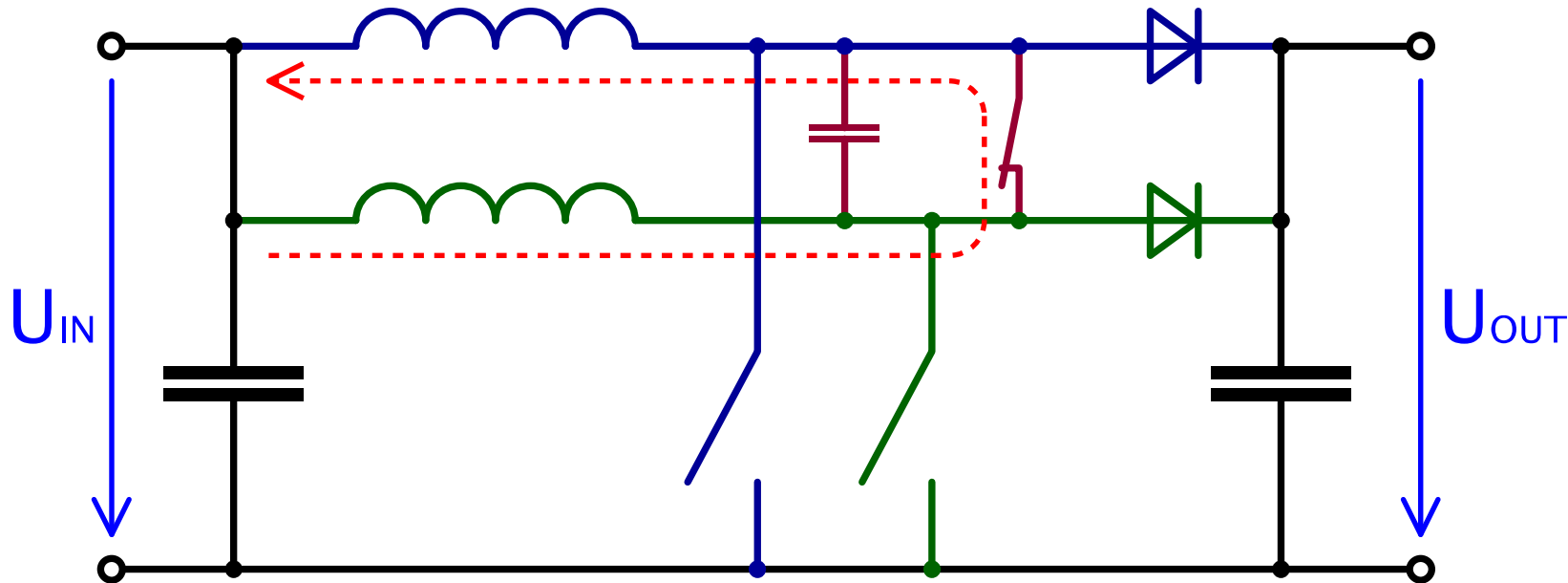


Der Kurzschlusschalter verhindert, dass der Koppelkondensator aufgeladen wird.

Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Schritt 7

- Wenn die zweite Spule entladen ist, wird die zweite Diode wieder sperrend.
- Die Schaltung ist bereit für den nächsten Schaltzyklus.

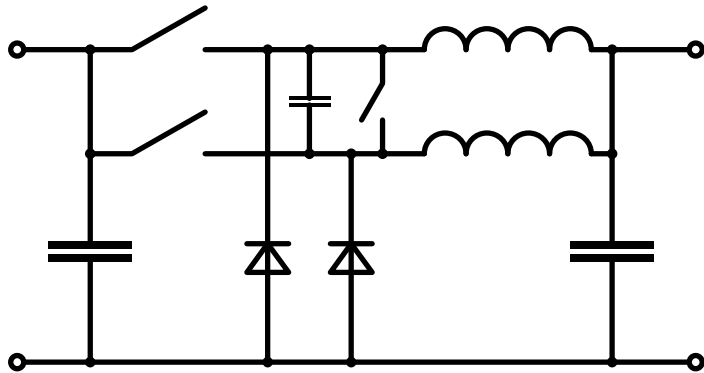


Der Kurzschlusschalter verhindert, dass der Koppelkondensator aufgeladen wird.

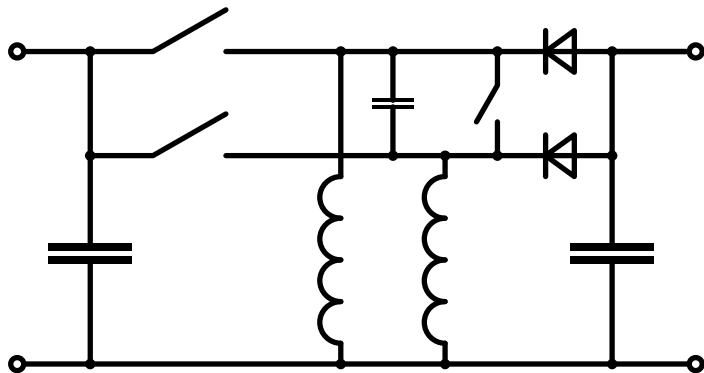
Aufbau und Funktionsprinzip des Borgna-Converters

Mögliche Topologien

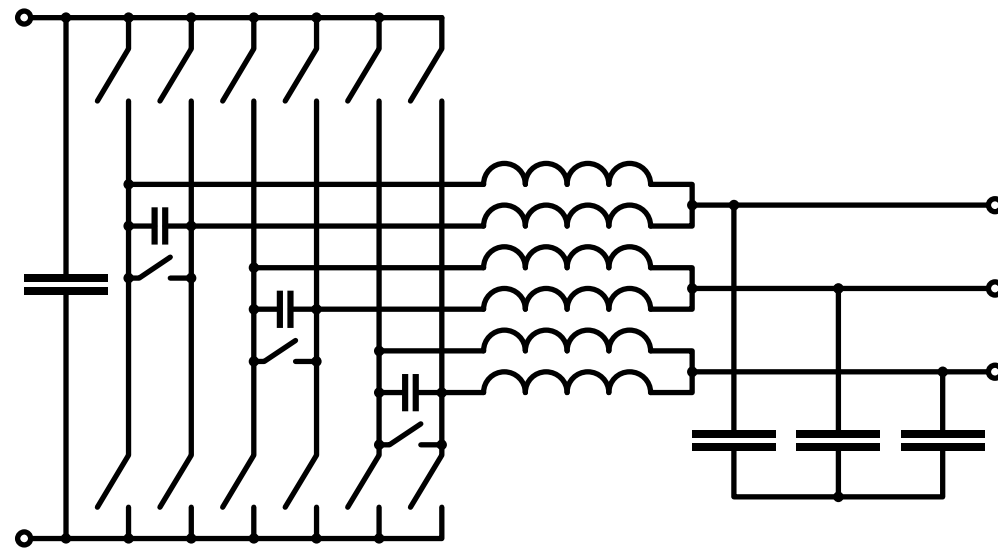
Abwärtswandler



Inverswandler

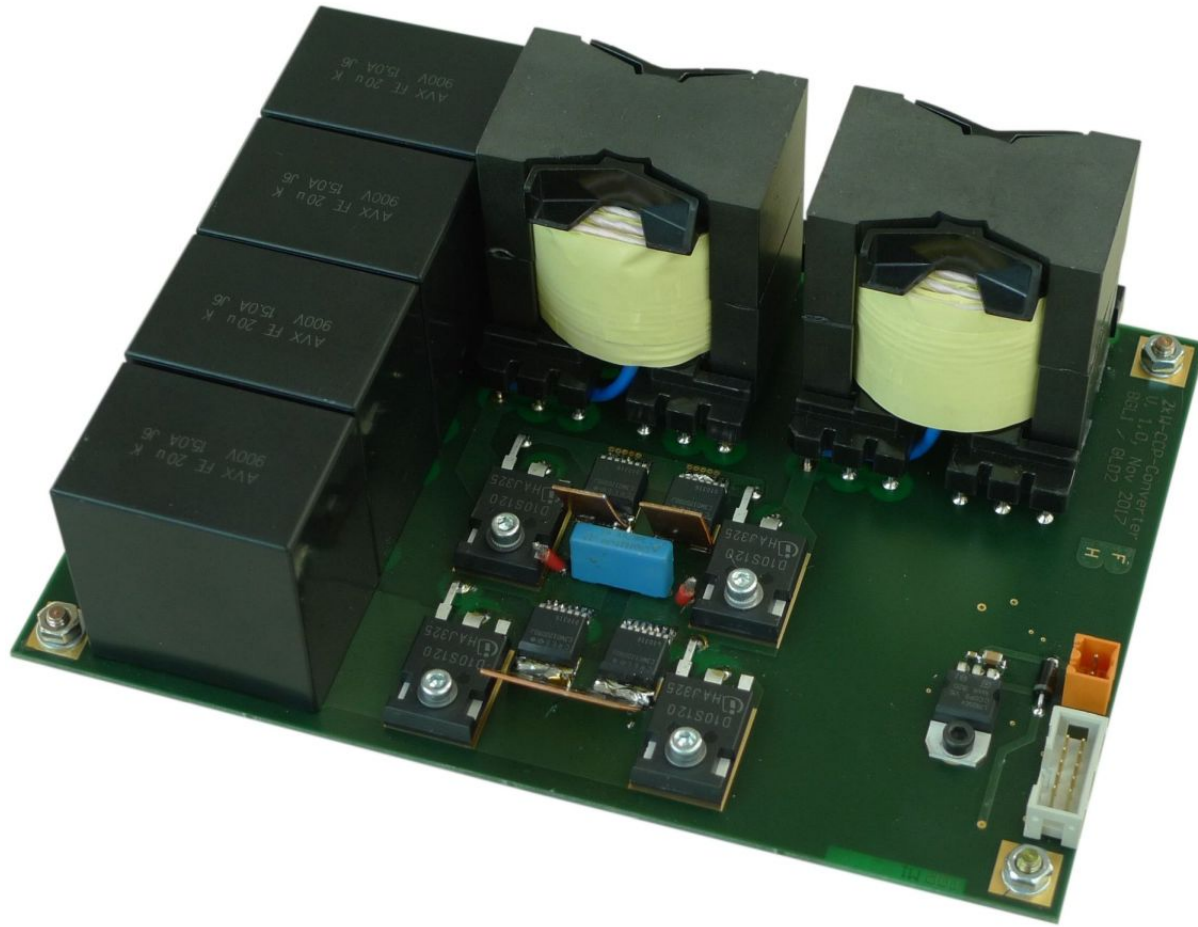


3-Phasen-Wechselrichter



...und viele mehr!

Entwickelter Prototyp



- 2kW Nennleistung
- Bidirektionaler Betrieb
- 400V \Leftrightarrow 800V
- 99.4% Spitzenwirkungsgrad
- < 80dB μ V leitungsgebundene Störspannungen (Quasipeak)

Wirtschaftlichkeit und Impact

Wir schätzen, dass sich mit dem Borgna-Prinzip die Verluste von Schaltreglern ungefähr halbieren lassen.

Vergleich mit konventionellen Schaltreglern:

- ✗ Höhere Bauteilkosten
- ✓ Geringerer Kühlaufwand
- ✓ Geringerer Entstöraufwand
- ✓ Weniger Energieverluste

Wirtschaftlich!

Interessant für...



...u.v.m.

Ausblick

- Der Borgna-Converter wurde durch das PV-Labor der BFH am Europäischen Patentamt zum Patent angemeldet.
- Lizenzen am Patent sind für alle interessierten Parteien zu günstigen Konditionen erhältlich. Vorzugstarif für Schweizer-Unternehmen.
- Wir sind jetzt auf der Suche nach Partnern aus der Industrie, welche diese neue Technologie in ihren Produkten einsetzen wollen.

Danke an...



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Innosuisse - Schweizerische Agentur
für Innovationsförderung**

