

Thema:

Es taucht immer wieder die Diskussion auf, warum der Motorstrom welcher von der Motorsteuerung zurückgemeldet wird stark von dem Strom abweicht welche von der Stromversorgung angezeigt wird. Dies scheint für viele Anwender insbesondere überraschend weil der Motorstrom häufig deutlich grösser ist als der Eingangsstrom der Steuerung. Wie kommt es zu dieser Abweichung und welcher Stromwert ist korrekt?

Lösung:

Die Leistungsendstufe einer Motorsteuerung ist ein Leistungswandler oder Art elektronischer Transformator. Es muss deshalb die **Eingangsleistung** (= "Versorgungsspannung" x "Eingangsstrom") welche durch die Stromversorgung zur Verfügung gestellt wird **mit der Ausgangsleistung** (= "Motorspannung" x "Motorstrom") **verglichen werden**, welche an den Motor durch die Leistungsendstufe der Motorsteuerung abgegeben wird. Der reine Vergleich der Werte vom "Eingangsstrom" und dem "Motorstrom" ist irreführend und besitzt keine Aussagekraft.

Die Leistungsendstufe von modernen Motorsteuerungen (wie maxon's ESCON, EPOS oder MAXPOS) basieren auf einer sogenannten PWM (= Pulsweitenmodulation) gesteuerten Motorspannung. Dabei wird die Motorspannung mit hoher Frequenz (typ. 50-100 kHz) durch die Steuerungslogik aus- und eingeschaltet. Das Einschaltverhältnis (= sogenannter "PWM Duty Cycle") innerhalb jedes Schalt-Zyklus (bei 100 KHz = 0.01 ms Dauer) bestimmt die effektiv anliegende Motorspannung. Die Motorspannung kann zwischen 0V bis fast zur angelegten Versorgungsspannung in beiden Richtungen variieren. Diese Motorspannung (bzw. der PWM Duty Cycle) wird durch die Motorsteuerung in jedem Stromregler-Zyklus (von typ. 0.1 - 0.01 ms) jeweils auf den aktuellen Arbeitspunkt (d.h. Drehzahl und Drehmoment) des Motors abgestimmt bzw. ausgeregelt. Basierend auf der Leistungsgleichung bedeutet dies, dass der Motorstrom typischerweise deutlich höher sein wird als der Eingangsstrom (= Ausgangsstrom der Stromversorgung), da die PWM-modulierte, permanent angepasste Motorspannung tiefer ist als die fixe Versorgungsspannung (aus einer Batterie oder einem Netzteil).

Die Leistungsgleichung:

$$P_{EI.Motor} = P_{Eingang} - P_{Elektronik}$$

- $P_{EI.Motor} = U_{Motor} * I_{Motor}$
 - U_{Motor} = Am Motor anliegende Spannung. Diese Spannung ...
... wird durch den PWM Duty Cycle der Endstufe bestimmt.
... hängt von der Motordrehzahl und der Gegen-EMK ab.
... kann typisch zwischen $(-U_{Supply} * 0.9)$... 0 V ... $(+U_{Supply} * 0.9)$ variieren.
 - I_{Motor} = RMS Motorstrom, der vom aktuellen Drehmoment-Bedarf abhängt.
= Von maxon Motorsteuerungen gemessener "Current actual value".
- $P_{Eingang} = U_{Supply} * I_{Supply}$
 - U_{Supply} = Fixe Spannung (z.B. 24V DC) von einem Netzteil oder Batterie.
(Dies ist die Eingangsspannung der Motorsteuerung.)
 - I_{Supply} = Ausgangsstrom des Netzteil oder der Batterie.
(Dies ist der Eingangsstrom der Motorsteuerung).
- $P_{Elektronik}$ = Leistungsaufnahme (typ. wenige Watt) Motorsteuerung-Elektronik.
(z.B. durch I/Os, Prozessor, Speicher, externe Sensoren & Aktoren).

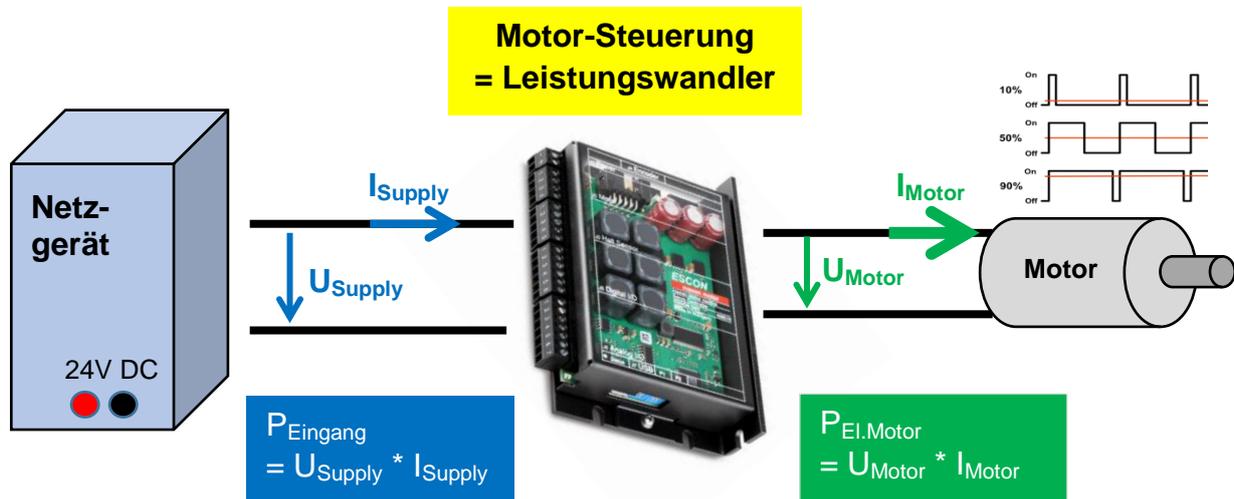
maxon motor control

maxon motor ag
Brünigstrasse 220
CH – 6072 Sachseln
www.maxonmotor.com

**Motorsteuerung:
Eingangstrom <-> Motorstrom
= Leistungswandler**

Version: 2.00 (Dt.)
Autor : WJ
Datum : 2019-01-25

System-Diagramm:



Zusammenfassung:

- **Der Eingangsstrom der Motorsteuerung** (= Ausgangsstrom des Netzteil oder der Batterie) **entspricht NICHT(!!) dem Motorstrom.**
 - Der von der Stromversorgung angezeigte Eingangstrom der Motorsteuerung ist korrekt.
 - Der von der Motorsteuerung gemessene Motorstrom ist korrekt.
 - Die beiden Stromwerte können jedoch nicht direkt verglichen werden, da die Versorgungsspannung und die Motorspannung unterschiedlich sind!
- **Entscheidend ist die Leistungsgleichung:** $P_{El.Motor} = P_{Eingang} - P_{Elektronik}$
 - Die Motorspannung ist immer tiefer als die Versorgungsspannung.
 - Die Motorspannung variiert permanent sehr schnell und hängt von der Motordrehzahl und Gegen-EMK (durch den Motorstrom) ab.
 - Der Motorstrom ist typischerweise deutlich höher als der Strom aus dem versorgenden Netzteil oder der Batterie.