

# Merkmale Lagerströme

Durch den Einsatz von Umrichtern kann die Effizienz von Antriebssystemen gesteigert werden. Allerdings können durch den Umrichtereinsatz Lagerströme in den elektrischen Maschinen entstehen, welche zu Lagerschäden und vorzeitigen Ausfällen führen können.

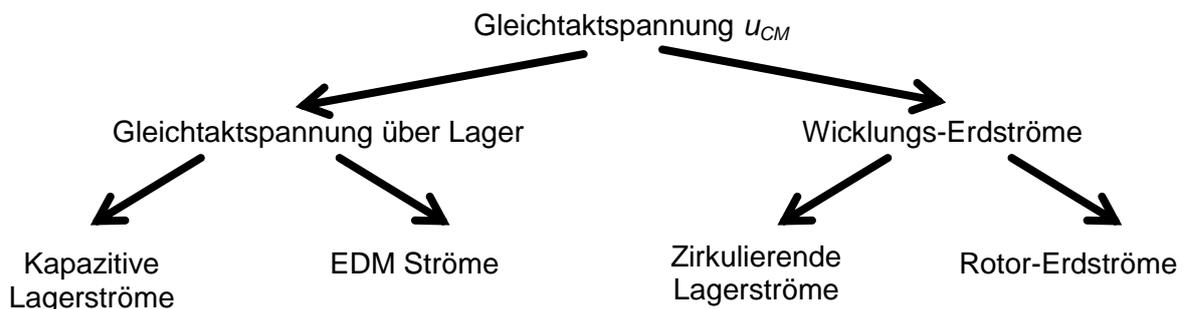
## Ursache der Lagerströme

Ursache für die Lagerströme ist immer eine Spannung über dem Lager.

- Im normalen Betrieb der Maschine verhält sich das Lager wie eine Kapazität, wobei der Schmierfilm das Dielektrikum bildet.
- Wird ein bestimmter Schwellwert der Lagerspannung überschritten, bricht dieser Schmierfilm durch, und es können sehr hohe Stromdichten auftreten.
- Ist die Stromdichte genug gross, kann Metall im Lagerring geschmolzen oder gar verdampft werden.
- Es entstehen unzählige kleine Krater, und nach einiger Zeit zeigt sich im Lagerring eine typische graue Spur oder gar Riffel.

## Die vier Lagerstrom-Typen im Umrichterbetrieb

Im Umrichter-Betrieb gibt es neben den klassischen Lagerströmen vier Lagerstrom-Typen:



Da die vier Lagerstromtypen verschiedene Ursachen haben, müssen sie gesondert behandelt werden. Abhängig von der Grösse der Maschine treten nur gewisse Lagerstrom-Typen auf. Nach aktuellem Stand der Technik sind kapazitive Lagerströme unabhängig von der Maschinengrösse nicht schädigend.

Maschinenleistung	Entladungs-Lagerströme	Zirkulierende Lagerströme	Rotor-Erdströme (nur bei Rotor-Erdung)
Klein (bis ca. 10kW)	Stark gefährdet	Nicht gefährdet	Gefährdet
Mittel (10kW bis 100kW)	Gefährdet	Gefährdet	Gefährdet
Gross (ab 100kW)	Nicht gefährdet	Stark gefährdet	Gefährdet

## Gefährdung durch Lagerströme?

Ob ein Antrieb Lagerströmen ausgesetzt ist, hängt schlussendlich von vielen Faktoren wie Verkabelung und Last-Erdung ab. Als grobe Richtlinie gilt:

- Kleinen Maschinen: Bei Speisung mit dreiphasigem Umrichter und Zwischenkreis-  
spannung  $\geq 560$  V treten mit hoher Wahrscheinlichkeit Entladungs-Lagerströme  
auf, die das Lager schädigen.
- Motoren über ca. 100kW: Es ist mit zirkulierenden Lagerströmen zu rechnen
- Erdung des Rotors über Last bei gleichzeitig schlechter Erdung des Gehäuses: Es ist  
mit Rotor-Erdströmen zu rechnen
- Bei Verwendung von geschirmten Kabeln mit gutem Anschluss auf  
Frequenzumrichter- und Motorseite ist nicht mit Rotorerdströmen zu rechnen

Im konkreten Fall kann aber meist nur eine **Messung vor Ort** die Notwendigkeit von  
Gegenmassnahmen zeigen. Da Lagerströme nicht direkt gemessen werden können, muss  
auf eine der folgenden Möglichkeiten zurückgegriffen werden:

Messgrösse	Bemerkung
Lagerspannung $U_{Lager}$	Faustformel: $ u_{Lager,max}  < 5V \rightarrow$ keine Schäden erwartet Achtung: Schnelle Spannungsänderung! Kleines $U_{Lager,RMS}$ ist keine Garantie für Lagerstromfreiheit!
Entladungsenergie mittels RF-Probe	Schlägt bei kleinen Maschinen oft nicht an
Gleichtakt-Strom	Entladungs-Ströme sind nicht «sichtbar» im Gleichtakt-Strom Bei vorhandenem zirkulierendem Lagerstrom gilt: $i_{Lager} \leq 0.4 \cdot i_{Gleichtakt}$ Faustformel (sehr vereinfachend): $i_{Lager} < 1A \rightarrow$ keine Schäden

## Gegenmassnahmen

Die folgende Tabelle listet die **gängigsten Gegenmassnahmen** und ihre Wirksamkeit bei  
Lagerströmen auf.

Massnahme	Entladungs- Lagerströme	Zirkulierende Lagerströme	Rotor-Erdströme
Hybrid- oder Keramiklager	Wirksam bei zwei Hybrid/ Keramiklagern	Wirksam bei einem Hybrid/ Keramiklager	Wirksam bei zwei Hybrid/ Keramiklagern
Filter oder Pulsmuster mit reduzierter $u_{CM}$	Wirksam	Wirksam	Wirksam
Filter oder Pulsmuster mit reduzierter Änderung von $u_{CM}$	Nicht wirksam	Wirksam	Wirksam
Kohlebürsten, Wellenerdungsringe	Wirksam bei einer Bürste/ einem Ring	Wirksam bei zwei Bürsten/ Ringen	Wirksam bei zwei Bürsten/ Ringen
Gleichtaktdrosseln	Nicht wirksam	Wirksam bei korrekter Auslegung	Wirksam bei korrekter Auslegung
Gute hochfrequente Gehäuse-Erdung	Kaum Einfluss	Verringert Lagerströme	Wirksam