

# Reluktanzmaschinen

# E-Maschinen

Bilder: dle

Unter dem Begriff Reluktanz wird der magnetische Widerstand verstanden (siehe Beitrag: E-Maschinen, Magnetische Kraft). Das ist der Widerstand, den ein Material den magnetischen Feldlinien entgegengesetzt. Physikalisch bedeutet Reluktanz oder der magnetische Widerstand das Verhältnis von (felderzeugendem) Strom zu Magnetfeld.

Vergleichbar ist der magnetische Widerstand mit dem elektrischen Widerstand. Bei gleicher Spannung oder Magnetfeldstärke fließen bei kleinem Widerstand mehr Strom oder mehr Feldlinien durch das Material. Im Bild 1 ist das Phänomen erklärt: Innerhalb des Magneten fließen die Feldlinien von Süden nach Norden, ausserhalb des Magneten von Norden nach Süden. Wird jetzt ein Nagel in die Feldlinien gelegt, zieht er aufgrund des kleinen magnetischen Widerstands (durch die sich ausrichtenden Elementarmagnete) alle umliegenden Feldlinien in sich (Bild 1b). Die Feldlinien treten oben in den Nagel ein und unten wieder aus. So bildet sich unten ein Nordpol und oben ein Südpol. Weil sich ungleichnamige Pole anziehen, bewegt sich der Nordpol des Nagels zum Südpol des Magneten.

## Grundfunktion

Wird zwischen zwei in Serie geschaltete Spulen ein Weicheisenkern gelegt, wird dieser von den Feldlinien der stromdurchflossenen Spulen durchflutet und selber zu einem Magneten. Ist der Eisenkern drehbar gelagert und nicht genau ausgerichtet (Bild 2), versuchen die magnetischen Kräfte, ihn in die statische Stellung (= senkrecht) zu ziehen und festzuhalten.

Um die Drehung weiterzuführen, muss mit mehreren Spulen ein Drehfeld aufgebaut werden. Dies kann mit geschaltetem Gleichstrom oder aber mit Wechselstrom, bzw. Drehstrom passieren (siehe Beitrag: E-Maschinen, Drehfeld). Reluktanzmotoren sind kostengünstig, werden aber im Moment noch kaum eingesetzt. Damit sich das magnetische Feld kraftvoll ausbreiten kann, muss der Luftspalt zwischen Stator und Rotor sehr klein sein ( $< 1 \text{ mm}$ ). Reluktanzmaschinen verfügen über keine Permanentmagnete

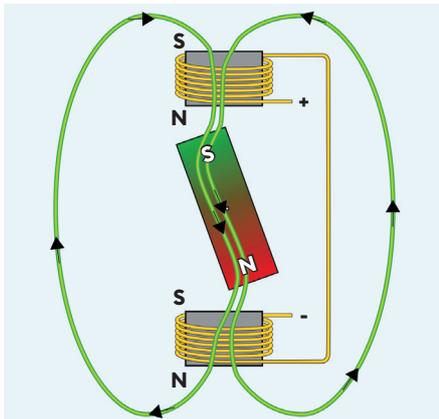


Bild 2: Ein drehbar gelagerter Eisenrotor wird durch die elektrischen Magnetfelder selber zum Magneten und stellt sich senkrecht.

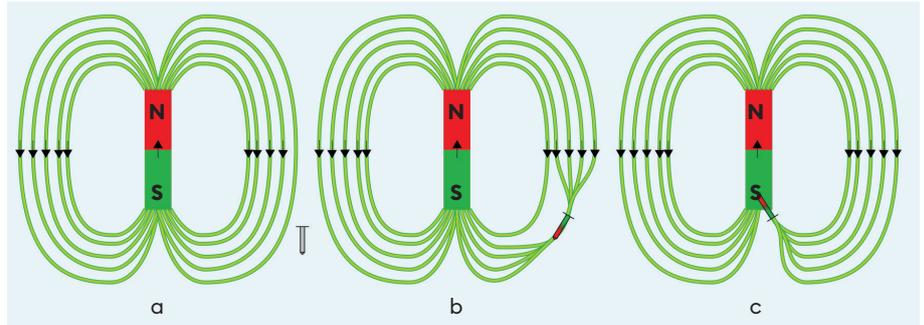


Bild 1: Der magnetische Widerstand eines Eisenstücks (z.B. eines Nagels) ist kleiner als jener von Luft. a magnetische Feldlinien in der Luft - b magnetische Feldlinien, wenn ein Eisenstück im Feld liegt und die Linien sammelt. Das Eisenstück wird selber zum Magneten - c das magnetische Eisenstück wird vom Hauptmagneten angezogen.

und können darum ohne Einwirkung der Leistungselektronik segeln (= im Leerlauf drehen). Aus dem gleichen Grund können sie hohe Drehzahlen erreichen.

## Geschaltete Reluktanzmaschine

Dieser Maschinentyp hat im Stator drei Phasen, deren Spulen ihren Gegenpol jeweils um  $90^\circ$  versetzt haben. Der lamellierte Anker ist weichmagnetisch und weist - wenn er magnetisiert wird - mindestens zwei Pole auf. In Bild 3 ist diese Maschine dargestellt und die rote Spule rechts ist so bestromt, dass sie einen Nordpol bildet. Der gegenüberliegende Pol wird auch ein Nordpol sein, dafür sind die roten Pole oben und unten Südpole. Die anderen Spulen sind in der vereinfachten Darstellung stromlos. Durch die Magnetisierung bildet der Anker rechts und links einen Südpol, oben und unten dagegen einen Nordpol. Soll die Drehrichtung im Gegenuhrzeigersinn erfolgen, wird im nächsten Moment die rote Spule stromlos, dafür die grüne bestromt. Die entsprechenden Pole des Ankers bewegen sich zur grünen Spule. In der Tabelle sind einige Momente festgehalten, wie sich die Spulen für eine Achtelumdrehung verhalten. Die Schaltgeschwindigkeit der Spulen bestimmt die Drehzahl.

Es wäre ineffizient, immer nur eine Spule zu schalten. Die in der Tabelle als stromlos bezeichneten Spulen werden

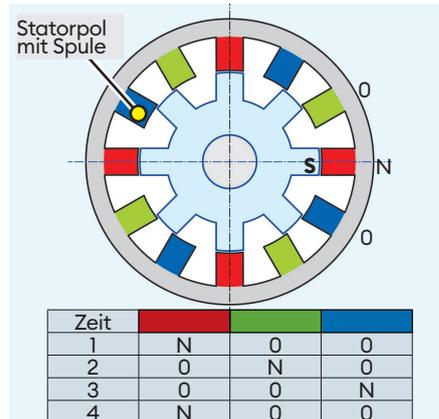


Bild 3: Die geschaltete Reluktanzmaschine ähnelt stark einem Schrittmotor mit einem weichmagnetischen Anker.

normalerweise mit einem Teilstrom angesteuert und unterstützen so die Hauptspulen in ihrer Wirkung und vergrößern das Drehmoment des Motors.

## Synchron-Reluktanzmaschine

Bei einer weiteren Art der Reluktanzmaschinen werden die einzelnen Spulen nicht ständig ein- und ausgeschaltet, sondern sie werden mit Drehstrom versorgt und bauen so ein optimiertes Drehfeld auf. Die Stator- und Rotorpole sind nicht mehr deutlich ausgebildet und kommen somit auch nicht mehr ins Schwingen, was die Geräuschentwicklung sehr stark vermindert. Im Bild 4 sind die symmetrisch angelegten C-förmigen Aussparungen in den Ankerblechen deutlich zu erkennen. Die Luft darin leitet die Feldlinien viel schlechter als das umliegende Weicheisen. Aus diesem Grund umströmen die Feldlinien die Flussperren genannten Aussparungen. Die eingezeichneten gelben Linien stimmen mit den roten Magnetspulen perfekt überein. Das scheint auf den ersten Blick optimal. Bewegt sich das Drehfeld aber weiter, passen die Spulen nicht mehr zu den weichmagnetischen Brücken des Rotors. Genau das muss so sein, denn in der gezeichneten Situation stimmt alles überein und der Rotor steht still. Wenn sich das Drehfeld aber weiterbewegt, wird der Rotor mitgezogen, da er sich immer in dieser Ruhelage befinden

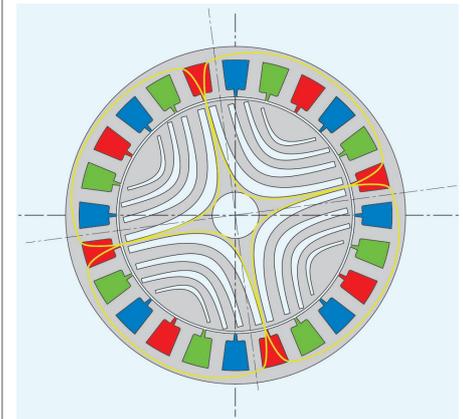


Bild 4: Die synchronlaufende Reluktanzmaschine ist einfach im Aufbau, schwingungsarm und drehzahlfest.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch

**DERENDINGER**

Sponsor: