



Das Prinzip des Schrittmotors lässt sich idealerweise sehr einfach an obiger Grafik erläutern. Die Wellenkurve (Sinusfunktion) repräsentiert dabei ein magnetisches Polpaar und der Kreis (zB grün) den Rotor des Schrittmotors. Da ein handelsüblicher Schrittmotor in Hybridtechnik 50 Polpaare hat, existieren dann auch 50 solcher Wellentäler und Berge pro Umdrehung der Motorwelle.

Haltemoment

Der Rotor (grün) wird mit dem Magnetfeld (Schwerkraft) nach unten gezogen. Lenkt man nun den Rotor aus, (Lastwinkel LW) so wandert die Rolle nach oben weg. Dabei nimmt das Haltemoment bis zum Scheitel (gelb) zu.

Steifigkeit

Die Schnelligkeit, wie der Schrittmotor einer äußeren Krafteinwirkung entgegen wirkt, wird mit Steifigkeit bezeichnet. Bei einem Motor mit 50 Polpaaren stellt sich das maximale Drehmoment schon nach einer viertel Periode, also $360/50/4 = 1,8^\circ$ ein.

Ausrasten, Positionsverlust

Lenkt man nun den Rotor über den gelben Punkt hinaus, entsteht plötzlich eine Umkehrung der Rotorkraft und der Rotor kippt in das nächste Wellental (rot). Dabei entsteht immer ein Positionsversatz um mindestens einer vollen Welle. Dies sind bei Vollschritt immer 4, bei Halbschritt immer 8 Schritte oder ein Vielfaches davon. Diesen Umstand gibt es natürlich auch im dynamischen Fall, also bei zu hohen Beschleunigungen oder Verzögerungen.

Schrittfolge

Führt man nun einen Schritt aus, so wird im Prinzip die Welle (Drehfeld des Stators) schlagartig um diese Schrittposition verschoben. (weiß) Die Verschiebedistanz ist dabei allein abhängig von der elektrischen Auflösung des Schritt winkels. Bei Vollschritt sind es $90^\circ (360^\circ/4)$ und bei Halbschritt $45^\circ (360^\circ/8)$. Der Rotor folgt nun der durch die Schritte fortlaufenden Welle, allerdings durch seine Massenträgheit nicht beliebig schnell und je nach Beschleunigen oder Verzögern etwas vor oder nachfolgend.

Drehmomentrippel

Wie man unschwer erkennen kann, liegt bei Vollschritt die größte Drehmomentvarianz von Schritt zu Schritt vor, nämlich 0% zu 100%, dagegen bei Halbschritt nur 45%. Die grobe Drehmomentstufung wirkt sich auch nachteilig auf die mittlere Drehmomenterzeugung aus. Betrachtet man nun mehrere aufeinander folgende Schritte, so wird beim ersten Vollschritt durchaus für den ersten Moment das maximale Drehmoment eingestellt.

Aber der Rotor beginnt in die neue Position zu drehen. Das Drehmoment nimmt allmählich wieder ab. Bevor es jedoch wieder gegen null geht, sollte schon der nächste Schritt gesetzt werden. Da sich der Rotor jetzt irgend wo im Wellental befindet, stellt sich mit dem nächsten Schritt auch ein Drehmoment zwischen 0% bis 100% ein. Würde man bei Vollschritt zwei Schritte in Relation zur Rotorträgheit beliebig schnell hintereinander setzen, wäre das Drehmoment gar null (gelb) oder im schlimmsten Fall gar entgegen der gewünschten Drehrichtung gerichtet, was dann letztendes zum Positionsverlust führte.

Schrittauflösung

Um eine bessere Drehmomentausnutzung von Schritt zu Schritt zu erreichen, ist es sinnvoll, die Schrittweite zu verringern. Dies resultiert in kleineren Drehmoment-sprüngen. Der Rotor kann im Bedarfsfalle besser in der Mitte zwischen Wellental und Berg gehalten werden und dadurch resultiert dann auch ein höheres mittleres Drehmoment. Deshalb sollte man eigentlich im Allgemeinen feinere Schrittauflösungen vorziehen, also Halbschritt vor Vollschritt.

Resonanzverhalten

Aus obiger Grafik wird auch ersichtlich, dass der Rotor im Einzelschrittbetrieb um die Ruheposition auspendelt. Die Amplitude ist hierbei auch wieder stark von der Schrittauflösung abhängig und natürlich auch von den äußeren Gegebenheiten wie Reibung usw. Auch bei bestimmten Schritt frequenzen können sich sogenannte Mitresonanzstellen ausprägen. Diese resultieren in der Hauptsache durch Interferenzen zwischen der Felderregung (Drehmomentrippel) und der Rotorposition.