

Elektrisch verursachte Vibrationen an drehzahlveränderlichen Antrieben

Problembeschreibung

An Maschinen und Anlagen im industriellen Produktionsprozess werden höchste Anforderungen an die Gewährleistung der Betriebssicherheit, die hohe Verfügbarkeit und die Produktion qualitativ hochwertiger Produkte gestellt. Während des Produktionsprozesses kommt es jedoch relativ häufig zu Störungen dieser Anforderungen durch Vibrationen.

Vibrationen sind die Folge von Wechselkräften in einer Maschine oder Anlage. Diese können durch unterschiedliche Quellen verursacht werden. Vibrationen können durch mechanische Kraftanregungen entstehen.

Zum Beispiel durch:

- Unwucht von rotierenden Bauteilen
- Fehlerhafte Ausrichtung von Wellen und Kupplungen
- Lose Schraubverbindungen
- Fehlerhafte oder Defekte in Lagerungen
- Förderung von Fluiden
-

Diese Verursacher sind bekannt und können im Schwingungsspektrum relativ gut identifiziert werden. Zum anderen können Vibrationen jedoch auch durch elektrische Signale entstehen. Zum Beispiel durch:

- Schwingende Regelkreise
- Einkopplung von elektromagnetischen Störungen

Diese Störungen können durch messen der entsprechenden Signale erkannt und somit auch optimiert werden. Die Einkopplung von elektromagnetischen Störsignalen kann durch konsequente Einhaltung einer EMV gerechten Installation weitestgehend unterdrückt werden.

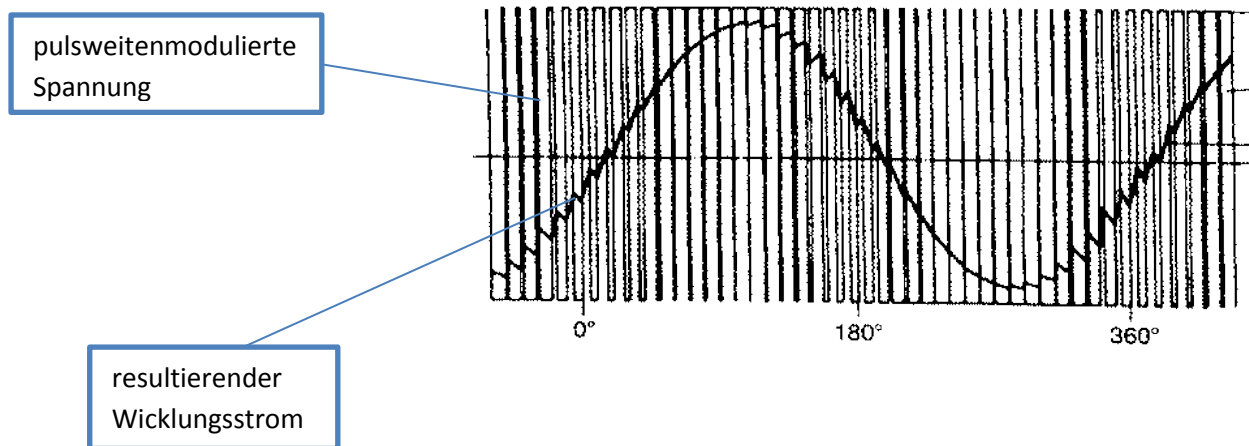
Weniger bekannt sind Vibrationen die durch die Steuerung oder den Antriebs selbst verursacht werden. Zum Beispiel durch:

- Stromrichterbedingte Restwelligkeit
- Pulsweitenmodulierte Spannungen

Drehzahlgeregelte Gleichstrommaschinen werden in der Regel an Gleichstromstellern oder netzgeführten Stromrichtern betrieben. Diese Baugruppen sind in der Lage, Strom und Spannung des Anker- und Feldstromkreises zu ändern und dadurch eine Drehzahländerung generieren. Die Ausgangsspannung dieser Stellglieder weisen jedoch neben dem gewünschten Gleichanteil auch Wechselanteile auf. Diese Wechselanteile sowie auch die Umpolung des Ankerfeldes (Kommutierung) können Einfluss auf das abgegebene Drehmoment nehmen.

In unserem Versuch haben wir uns auf den Einfluss eines Frequenzumrichters auf eine Asynchronmaschine konzentriert.

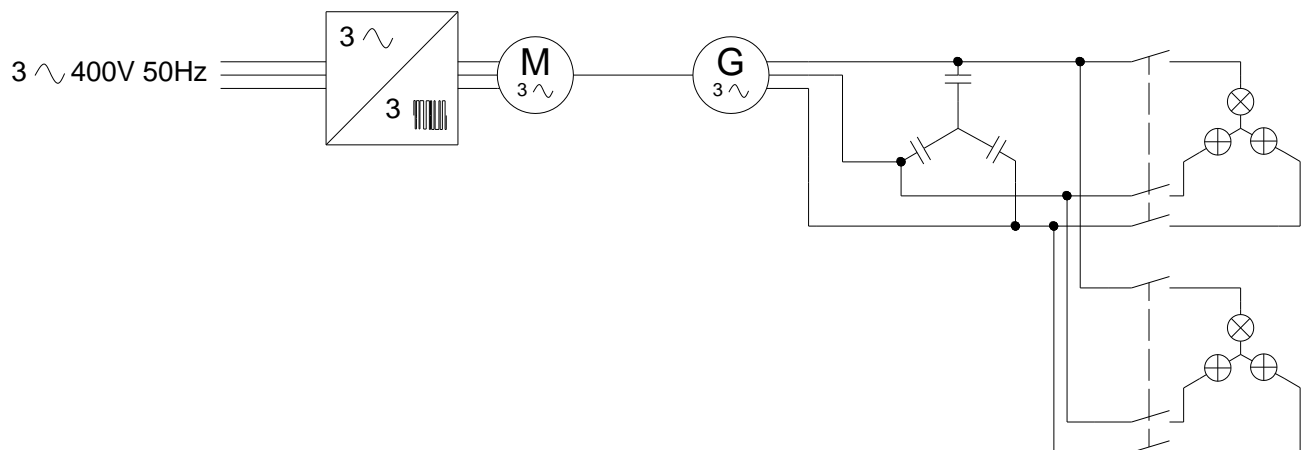
Um die Drehzahl einer Drehstrommaschine verändern zu können muss die Frequenz der Speisespannung der Maschine verändert werden. Die Frequenzänderung wird in der Regel durch elektronisch gesteuerte Frequenzumrichter realisiert. Ein großer Nachteil dieser Baugruppen sind die nicht sinusförmigen Ausgangsspannungen. Diese pulswidenmodulierten Spannungen führen zu oberwelligen Strömen in den Wicklungen und somit auch zu einer Drehmomentwelligkeit an der Motorwelle.



Relativ neu auf dem Markt der Antriebstechnik sind die Sinusumrichter der Firma NFO. Diese Frequenzumrichter erzeugen eine sinusförmige Ausgangsspannung mit veränderlicher Frequenz. Die Probleme durch nicht sinusförmige Spannungen dürfen bei diesen Umrichtertypen nicht auftreten. Um diese Aussage zu überprüfen und um eine geeignete Messmethode zu entwickeln, sind verschiedene Versuche und Messungen bei SCM durchgeführt worden.

Versuchsaufbau

Mit einem Drehstromasynchronmotor (0,75 kW) wurde ein Drehstromasynchrongenerator angetrieben. Um das nötige Bremsmoment des Generators aufzubringen wurde eine Belastungsschaltung mit 6 x 100W Glühlampen angeschlossen.



Die erzeugten Schwingungen wurden mit einem Beschleunigungssensor radial zur Motorwelle aufgenommen.

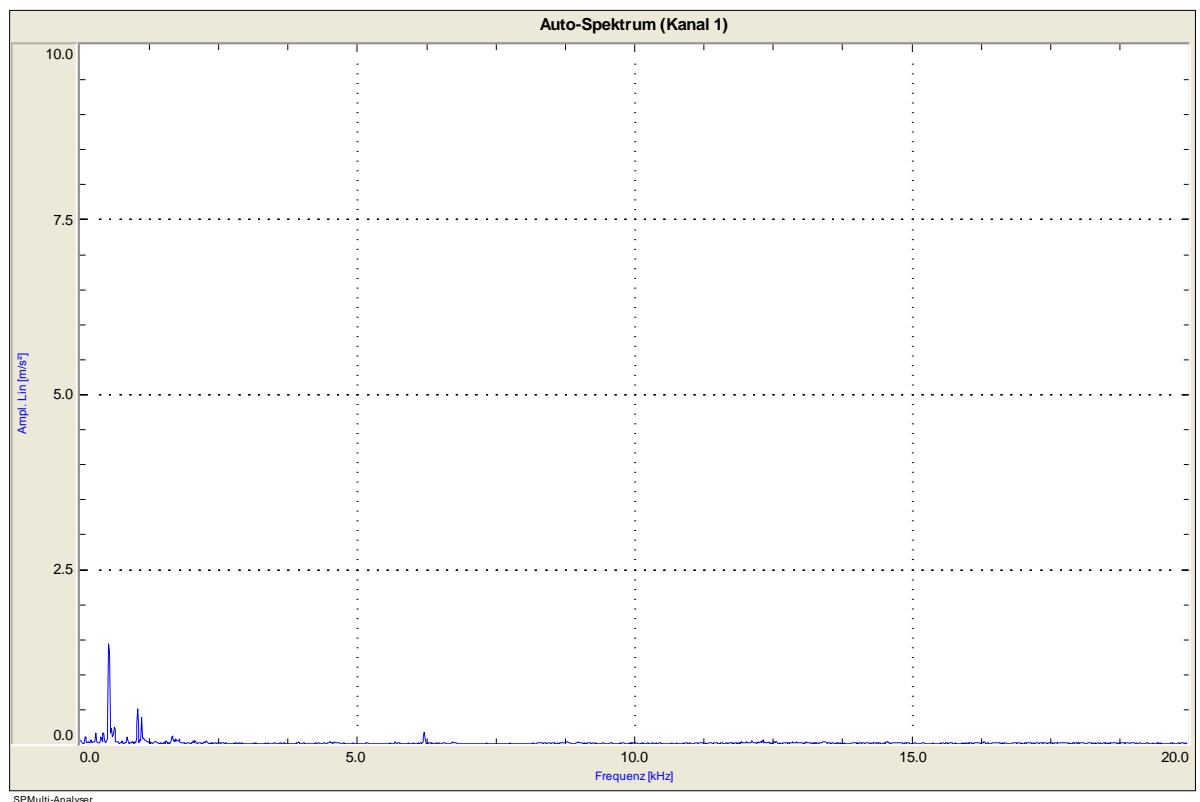


Versuchsdurchführung

Es wurden 4 Testläufe mit jeweils anderen Einspeisungen für den Motor durchgeführt. Um eine Vergleichbarkeit mit der Netzeinspeisung zu gewährleisten wurde die synchrone Drehfrequenz bei allen Testläufen auf 50 Hz eingestellt.

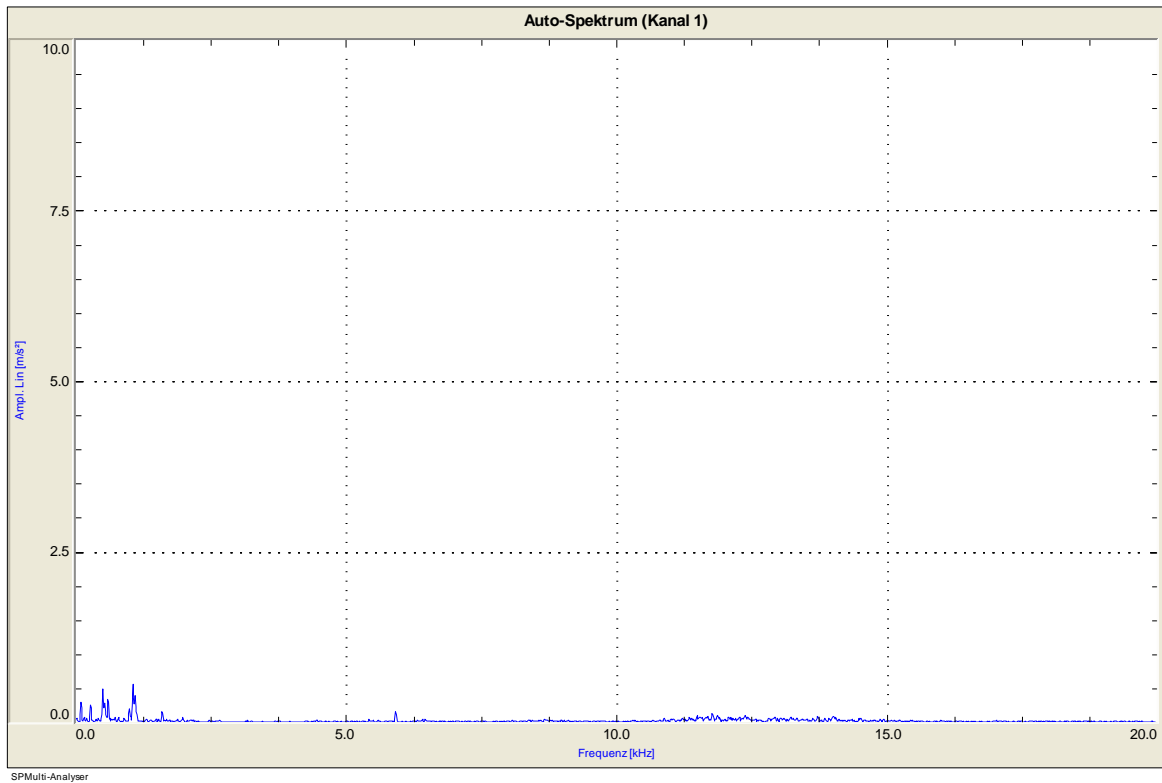
1. Motor an Netzspannung
2. Motorspeisung durch NFO Sinus Umrichter
3. Motorspeisung durch Siemens G120C Umrichter mit 4kHz Taktfrequenz
4. Motorspeisung durch Siemens G120C Umrichter mit 8kHz Taktfrequenz

Motor an Netzspannung



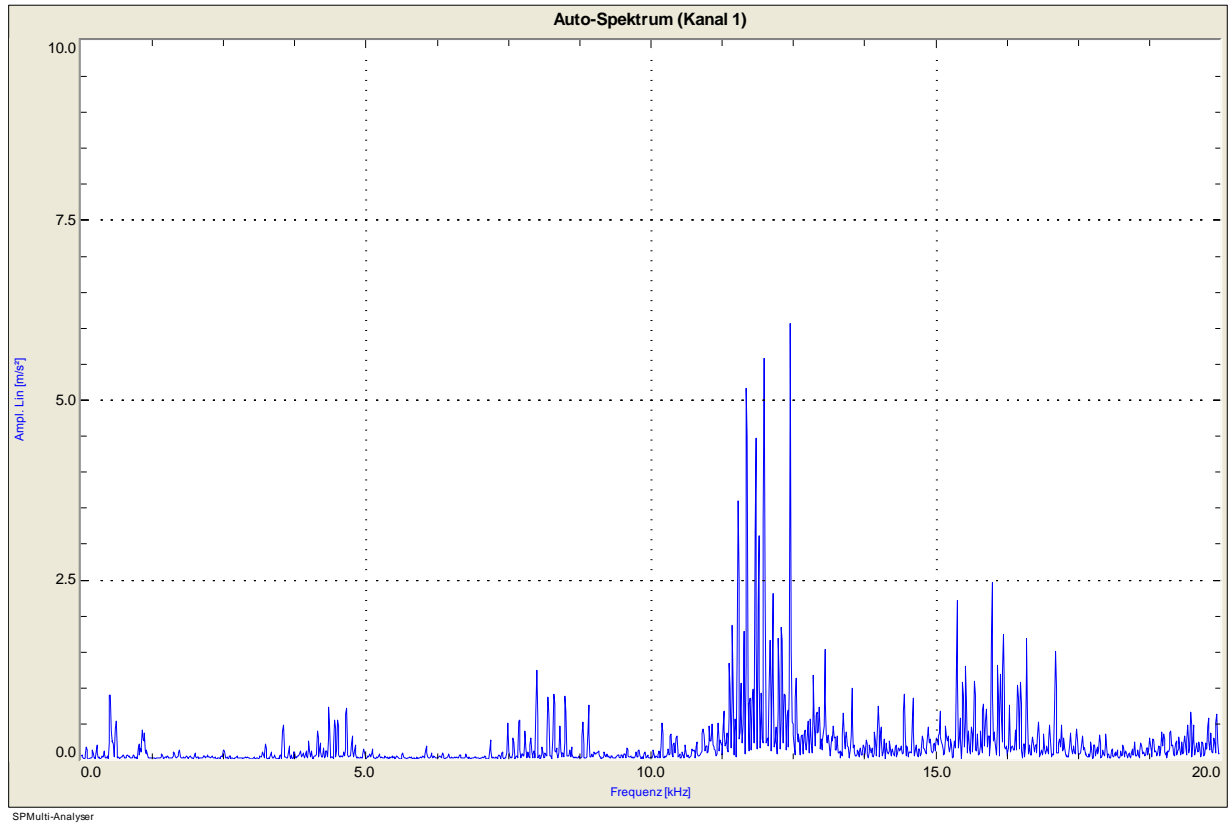
Die Schwingungen im unteren Frequenzbereich sind auf die o.a. mechanischen Fehler zurückzuführen. Schwingungen über etwa 2kHz sind nicht zu sehen

NFO Sinus Umrichter



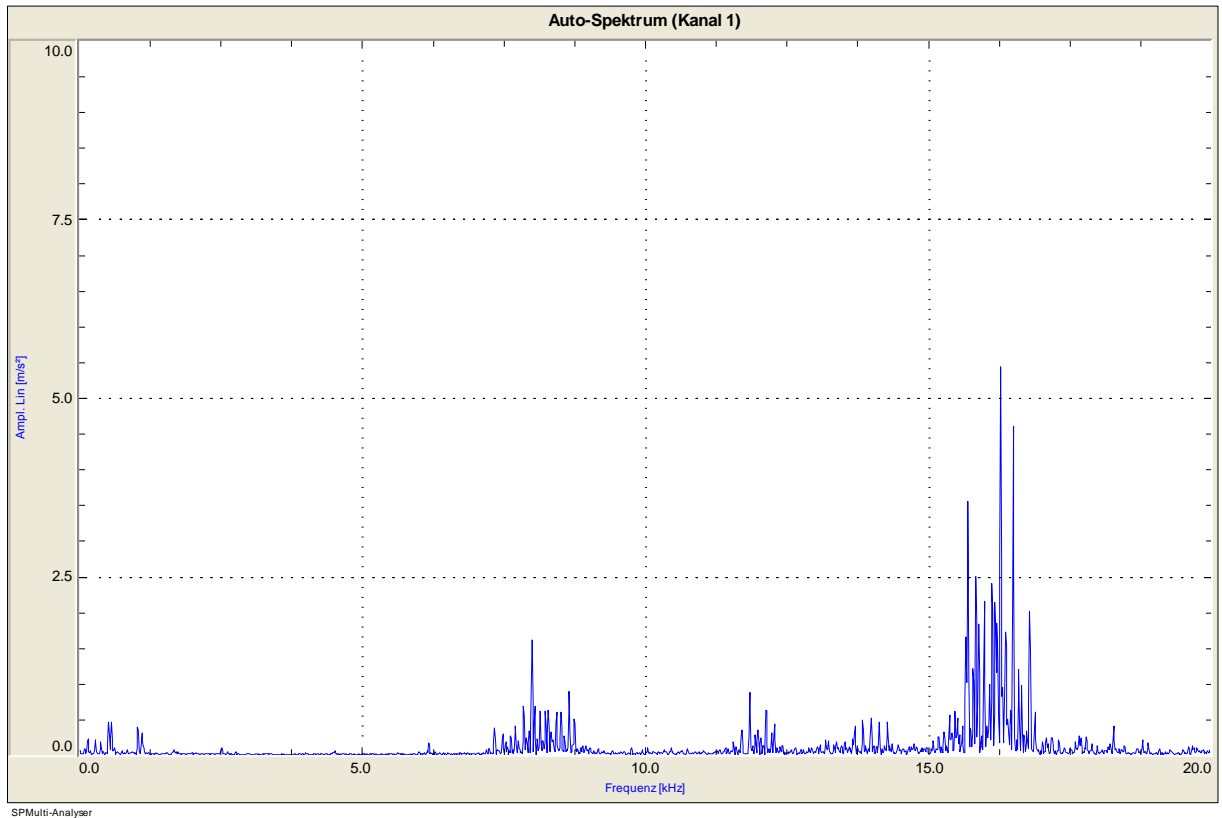
Hier sind auch Schwingungen im unteren Frequenzbereich zu sehen, jedoch fehlen auch hier die Schwingungen oberhalb von etwa 2kHz. Die Ausgangsspannung dieses Umrichters ist sinusförmig und produziert tatsächlich keine hochfrequenten Schwingungen.

Siemens G120 mit 4kHz Taktfrequenz



Hier sind die von der pulsweitenmodulierten Ausgangsspannung verursachten Schwingungen deutlich sichtbar. Beginnend mit der Taktfrequenz von 4kHz und weiter deren Vielfache von 8, 12, 16 kHz.

Siemens G120C mit 8 kHz Taktfrequenz



Auch hier ist die Taktfrequenz von 8kHz und deren vielfache von 16kHz deutlich zu sehen.

Fazit

Es kann also mit Bestimmtheit gesagt werden, dass Schwingungen durch die pulsweitenmodulierte Spannung am Ausgang eines Frequenzumrichters verursacht werden. Die sinusförmige Spannung am Ausgang des Umrichters der Firma NFO zeigte keine negative Beeinflussung bezüglich des Schwingungsverhaltens. In wie weit die Schwingungen durch nichtsinusförmige Spannungen negative Auswirkungen auf die angetriebene Maschine haben, muss noch weiter untersucht werden. Denkbar sind hier Messmethoden zur direkten Erfassung des abgegebenen Drehmomentes an der Motorwelle. Hier sind Systeme mit DMS Technologie auf dem Markt erhältlich, die die Torsionsspannung z.B. in Gelenkwellen erfassen können.

