

## Kostensenkung beim Betrieb von Hammermühlen durch den Einsatz von Frequenzumrichter

**Vollbetrieb, Teilbetrieb, Pausenzeiten: eine Verbesserung der Regelung des Motors ist bares Geld wert. Statt ständig bei hohen Drehzahlen im Dauerbetrieb zu laufen, kann die Drehzahl den Situationen angepasst werden. Das schafft große Potentiale der Energieeinsparung.**

Die Verfahrensstufe der Zerkleinerung bzw. Vermahlung von Rohstoffen nimmt bei der Mischfutterherstellung nach der Kompaktierung die zweite Stelle in der Kostenstruktur hinsichtlich Energiebedarf und Instandhaltung ein. Bei Antriebsleistungen bis zu 400 kW pro Hammermühle als Vermahlungseinheit sind Einsparmöglichkeiten bei den Betriebskosten daher signifikant und wünschenswert.



Die SAM Antriebstechnik GmbH hat sich gemeinsam mit FUJI Electric als einem der größten internationalen Hersteller für Umrichtertechnik auf den Einsatz von Frequenzumrichtern für den Antrieb von Hammermühlen spezialisiert.

Im Rahmen dieser Antriebssteuerung lassen sich mit dem Einsatz der FUJI Electric-Frequenzumrichter zahlreiche Möglichkeiten zur Reduzierung von Betriebskosten erschließen:

### ► Weniger Siebwechsel durch stufenlose Drehzahleinstellung

Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters wird es möglich, die Drehzahl der Mühle zwischen 50 % und ca. 110 % (750 bis 1.650 1/min bei einem 4 pol. Motor) der Nenndrehzahl des Motors stufenlos zu verstellen. So kann die Produktstruktur entscheidend verbessert werden, ohne das manuelle Siebwechsel an der Maschinen durchgeführt werden müssen. Diese Drehzahlverstellungen werden rezeptabhängig und vollautomatisch durchgeführt. Es entfallen die Kosten für einen manuellen Siebwechsel. Setzt man einen Siebwechsel pro Tag mit ca. 20,- € an, ergibt sich bei 300 Betriebstage pro Jahr ein Einsparungspotential von ca. 6000,- €.

### ► Anlaufspitzen entfallen

Bei jedem Start der Hammermühle aus dem Stand benötigt der Drehstromasynchron-Motor einen Anlaufstrom, der bei Stern/ Dreieckanlauf den 3-fachen und bei Direkt-einschaltung den 6- bis 8-fachen Nennstrom des Motors beträgt. Bei Motorleistungen bis 400 kW ergeben sich so Einschaltströme von bis zu 5.600 A. Diese enormen Spitzenbelastungen des Stromnetzes sind in der Regel dem jeweiligen EVU zusätzlich zu den normalen Stromtarifen zu vergüten. Durch den Einsatz von Frequenzumrichtern für den Mühlenhauptantrieb entfällt diese elektrische Stoßbelastung vollständig. Trotzdem erreicht der Motor bis zu 180 % seines Anlaufmomentes und beschleunigt die Mühle sicher innerhalb der zulässigen Zeiten auf die gewünschte Drehzahl.

### ► Energieeinsparung im Teillastbereich

Im Teillastbereich fließen in erheblichem Maße Blindströme, die den Wirkungsgrad des Motors verschlechtern. Sie erzeugen lediglich Verlustwärme. Durch den Einsatz von Frequenzumrichtern wird der Leistungsfaktor des Antriebssystems nahezu lastunabhängig auf ca. 1,0 gehalten. Damit entstehen keine unnötigen Wärmeverluste im Motor und in den Zuleitungen. Es entfällt die sonst erforderliche Blindstromkompensation.

Während der Mahlpausen, in denen die Mühle im Leerlauf mit nur etwa 10 % des Motor-Nennmomentes arbeitet, erfolgt durch den Frequenzumrichter eine automatische Spannungsabsenkung auf ca. 50 % der Nennspannung des Motors. Die damit verbundene Reduzierung des Magnetisierungsstromes hat zur Folge, dass sich die Leistungsaufnahme des Antriebssystems ebenfalls um die Hälfte reduziert.

### ► Betrachtung des Energieeinsparungs-Potentiales

Zur Betrachtung gelten folgende Annahmen:

Gesamtbetriebsstunden	= 8.760 h/a
Betriebsstunden Mahlen	= 5.840 h/a = ca. 2/3
Motor	= 315 kW/400 V
Frequenzumrichter	= 315 kW/400 V



Die Leistungsaufnahme des Antriebssystems beträgt ohne Spannungsreduzierung an den Motorklemmen ca. 50 KW. Nach der Spannungsabsenkung an den Motorklemmen reduziert sich die Leistungsaufnahme auf ca. 25 kW.

Setzt man ca. 2.920 h Leerlaufbetrieb an, so ergibt sich eine Energieersparnis von 73.000 kWh/a gegenüber dem Betrieb des Motors direkt am Netz. Bei einem Strompreis von 0,06 €/kWh resultiert hieraus eine Kosteneinsparung von 4380,- € pro Jahr.

### ► Energieeinsparung durch Strukturvermahlung

Eine weitere respektable Einsparmöglichkeit ergibt sich im Rahmen der Strukturvermahlung. Um definierte gröbere Strukturen des Mahlgutes zu erreichen, wird die Drehzahl der Mühle erheblich reduziert. Durchsatz und Auslastung bleiben unverändert. Die Mühle wird durch den Frequenzumrichter in ca. 80 % der Zeit mit 80 bis 90 % der Nenndrehzahl betrieben.

$$\text{Nach der Formel: } P \text{ ab [W]} = T \text{ [Nm]} \times \omega \text{ [rad/sec]}$$

$$P \text{ ab [KW]} = T \text{ [Nm]} \times n \text{ [1/min]} / 9550$$

reduziert sich die Leistung der Mühle nochmals um ca. 20 %.

Bei 4.380 Vollast-Betriebsstunden im Jahr werden so 3.504 h mit 80 % der Leistung des Mühlenantriebes gefahren.

Der Leistungsbedarf eine 315 kW- Antriebes bei Vollast und einem Betrieb mit Frequenzumrichter beträgt ca.

$$P_{\text{ges.}} = P_{\text{motor}} + P_{\text{VFU}} = 315 \text{ kW} + 8 \text{ kW} = 323 \text{ kW};$$

$$20 \% \text{ davon entsprechen } 64,60 \text{ kW}$$

$$A = 23 \text{ kW} \times 3.504 \text{ h} = 226.358 \text{ kWh}$$

Dies ergibt eine Kostensparnis pro Jahr von 226.358 kWh x 0,06 € = 13.581,50 €.

### ► Zusammenfassung Energieeinsparungs-Potential

Damit kann sich für den Mühlenantrieb mit Frequenzumrichter folgende jährliche Kostenersparnis ergeben:



<b>Entfallener Siebwechsel</b>	<b>€ 6.000,00</b>
<b>Leerlaufabsenkung</b>	<b>€ 4.380,00</b>
<b><u>Strukturanpassung</u></b>	<b><u>€ 13.581,50</u></b>
<b>Einsparung</b>	<b>€ 23.961,50</b>

### ► Kosteneinsparung durch Verschleißreduzierung

Zusätzlich werden die Betriebskosten durch eine Verschleißreduzierung gesenkt.

Der Anlauf der Mühle über einen Frequenzumrichter erfolgt frei von mechanischen Drehmomentstößen und somit sehr schonend für die gesamte Antriebseinheit. Gebrochene Kupplungen oder Torsionsschäden am Wellenstrang sind daher ausgeschlossen.

Betriebsbedingt müssen abgenutzte Schläger und Siebe regelmäßig gewechselt werden. Dazu muss die Mühle abgeschaltet werden. Die üblichen Wartezeiten während des langen Austrudeln der Maschine entfallen, da der Frequenzumrichter den Mühlenantrieb innerhalb von 1 bis 2 Minuten sicher zum Stillstand bringt.

### ► Vorteile des Einsatzes von Frequenzumrichter für den Mühlenhauptantrieb:

- Energieeinsparung im Leerlauf
- Energieeinsparung im Teillastbereich (Drehzahlreduzierung)
- Reduzierung des mechanischen Verschleißes
- Reduzierung der elektrischen Spitzlasten
- keine zusätzliche Blindstromkompensation erforderlich
- Strukturverbesserung des Schrots durch Drehzahlverstellung der Mühle

Dies alles sind gute Gründe für den Einsatz von SAM-Antriebssystemen mit FUJI Electric-Frequenzumrichtern für die Mischfutterproduktion mit Hammermühlen.

SAM Steuerungstechnik,  
Antriebs- und Meßsysteme GmbH  
Achtern Barg 6a  
22885 Barsbüttel

Telefon: +49 (0)40/670 453-91  
Telefax: +49 (0)40/670 453-92

info@sam-antriebstechnik.de  
www.sam-antriebstechnik.de

