

Entwicklung und prototypische Realisierung eines energieoptimalen Zufuhrsystems für Verpackungsmaschinen

AiF , ZIM-KF2623103PK0 2010 – 2012

Zusammenfassung:

Das Ziel des Projekts war die Analyse der Energiesparpotenziale der betrachteten Schlauchbeutelverpackungsmaschine FPC4. Hierfür sind genaue Kenntnisse über den zeitlichen und betragsmäßigen Verlauf der Leistungsaufnahme aller Energieverbraucher in der Anlage notwendig. Die entsprechende Analyse wurde in dem Projekt anhand von Leistungsmessungen und einer Antriebssimulation durchgeführt.

Anhand der Leistungsmessung wird die Verteilung der Energieverbraucher in der betrachteten Verpackungsmaschine aufgezeigt. Ca. 90 % werden dabei von den Antriebssystemen in der Maschine aufgenommen. Die Systeme werden dabei in die Hilfsantriebe (60 %) und die Servoantriebsachsen (30 %) gegliedert. Erstere werden aktuell mittels eines direkt ans Netz angeschlossenen Asynchronmotors ausgeführt. Die Servoantriebsachsen bestehen aus einem Frequenzumrichter, einem permanentmagneterregten Synchronmotor mit Sinus-Kommutierung und einem Vorschaltgetriebe.

Folglich ist das auch Energiesparpotenzial bei den Hilfsantrieben am größten. Durch Einsatz von Flussreduktion, Drehzahlvariabilität und Intelligentem Energiemanagement bei den Asynchronmotoren kann die Leistungsaufnahme stark reduziert werden. Wirkungsgradgesteigerte Motoren, eine kleinere Motorauswahl sowie die Anlaufenergiereduktion bieten bei den betrachteten Motoren nur wenig Potenzial zur Energieeffizienzsteigerung. Allerdings sind durch diese Maßnahmen zum Teil Kosteneinsparungen und eine Erhöhung des Arbeitsschutzes möglich.

Außerdem wurden die Verluste in Synchronantriebsachsen, bestehend aus Frequenzumrichter, Synchronmotor und Vorschaltgetriebe, analysiert. Dabei werden sowohl Umrichter, Synchronmotor- und Getriebeverluste betrachtet. Hierfür wurde ein Antriebssimulator auf der Basis von MATLAB/Simulink entwickelt. Dessen Kernstück ist eine angepasste Modellbibliothek elektrischer Antriebe. Für die Simulation wurden die maßgeblichen und messtechnisch ermittelten Verlustmechanismen berücksichtigt und mit weiteren Messdaten für unterschiedliche Lastfälle validiert.

Es wurde eine Modellbibliothek bestehend aus einem Frequenzumrichter, Synchronmotor, Getriebe und Lastfunktion angelegt, die hinsichtlich ihrer Baugröße und Verluste parametrisiert werden können.

In der Simulation des Antriebsstrangs zeigt sich, dass eine Anpassung der Motorgröße bei fallender Getriebeübersetzung sowie eine Anpassung der Stellvorgänge zu einer Energieeffizienzsteigerung führen. Beispielsweise werden bei der Quersiegeleinheit die Verluste um 8 % reduziert bei gleichzeitiger Steigerung der Leistungsfähigkeit um 25 %.

Im Folgenden wird die wirtschaftliche und ökologische Konsequenz der Energieeffizienzoptimierung abgeschätzt. Hierfür gilt die Annahme, dass zwei Drittel der aktuellen Drehzahl von Vakuumpumpe und Absauganlage technisch ausreichend ist und die Servoantriebsachsen effizienzoptimal ausgelegt werden.

Die durchschnittliche Leistungsreduktion beträgt ca. 1,4 kW (ca. 40% der aktuellen Leistung) je Verpackungsmaschine. Bei Berechnung mit dem aktuellen Strompreis und einem Dreischicht-Betrieb der Anlage ergibt sich eine Kostenersparnis von:

$$1,4 \text{ kW} \cdot 19 \frac{\text{Cent}}{\text{kWh}} \cdot 23\text{h} \cdot 330\text{d} = \mathbf{2000 \text{ €}}$$

Durch die steigenden Energiepreise (2011: 9 % Steigerung zum Vorjahr) wird diese Summe in den nächsten Jahren weiter steigen. Bereits jetzt amortisiert sich der Kauf der zusätzlichen Umrichter in weniger als einem Jahr.

Eine weitere ökologische Schlussfolgerung ist die Reduktion des für die Energieerzeugung notwendigen CO₂-Ausstoßes um sechs Tonnen pro Jahr und Maschine. Diese Masse an CO₂ entspricht den Abgasen von vier Mittelklassewagen mit einer jährlichen Laufleistung von 10000 km.

Publikationen:

Schützhold, J.; Hofmann, W.: Messung und Analyse der temperaturabhängigen Verluste im Synchronmotor der Antriebsachsen einer Schlauchbeutel-Verpackungsmaschine. Intern. ETG-Kongress, Fachtagung Energieeffiziente Antriebe und Leistungselektronik. 2011. ETG-Fachbericht 130. Paper 5.12 , pp. 153-159