

Erkenntnisse der Profienergy-Studie

Mit Profienergy lassen sich Geräte oder Teilbereiche einer Fertigung in energiesparende Zustände bzw. in Stand-by-Betrieb versetzen. Schätzungen zufolge können damit bis zu 60 % der bis dato noch benötigten Energie für die Stillstandszeiten von Anlagen eingespart werden. Eine Studie hat nun den Nachweis erbracht.

Erfahrungswerte zu den möglichen Einsparungen durch selektives Abschalten von Verbrauchern und Anlagenteilen während des laufenden Betriebs der Anlagen gab es bis vor Kurzem nicht. Die Profibus Nutzerorganisation (PNO) hatte daher die Durchführung einer Studie beauftragt, um die konkreten Einsparmöglichkeiten für den Anlagenbetrieb in unterschiedlichen Branchen und Einsatzszenarien zu ermitteln. Die Studie wurde vom Institut für Automation & Industrial IT (AIT) durchgeführt. Das AIT unter Leitung von Prof. Frithjof Klagenfurt verfügt über entsprechende Erfahrungen im Bereich hochautomatisierter Fertigungsanlagen und Profinet.

Im Rahmen der PI-Konferenz 2011 „Automatisierung und Energieeffizienz“, die am 15. und 16. Februar im ZKM Karlsruhe stattfand, wurden nun die Ergebnisse präsentiert.

Ziel und Vorgehensweise

Ziel der Studie ist die Darstellung des Anwendernutzens, der sich durch den

Einsatz von Profienergy ergibt. Darunter fallen sowohl der direkte Nutzen durch eine verbesserte Energieeffizienz (elektrische, pneumatische, thermische Energie) als auch der indirekte Nutzen, zum Beispiel durch eine längere Lebensdauer der Betriebsmittel.

Die Studie beinhaltet die Durchführung von Langzeitmessungen an Produktionsanlagen der Automobilhersteller Daimler und VW. Untersucht wurden hierbei das Verhalten der Gesamtanlagen und deren Komponenten, unter anderem hinsichtlich Lastgang, Lastverteilung und Pausenzeiten. „Zudem umfasste die Aufgabenstellung die Ermittlung des Energieverbrauchs, granular bis zur Endgeräteebene und die Suche nach großen Energieverbrauchern“, berichtet Markus Müller vom Institut für Automation & Industrial IT (AIT) der FH Köln. Ferner galt es, den Einfluss der Betriebszustände auf den Energieverbrauch zu prüfen und die Pausen hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Dauer zu analysieren.

In der Studie wird daraus die Relevanz von Profienergy für den Betrieb und die Anlagenkonzepte sowie die Auswirkung auf das Engineering zukünftiger Produktionsanlagen bewertet.

Das Messkonzept

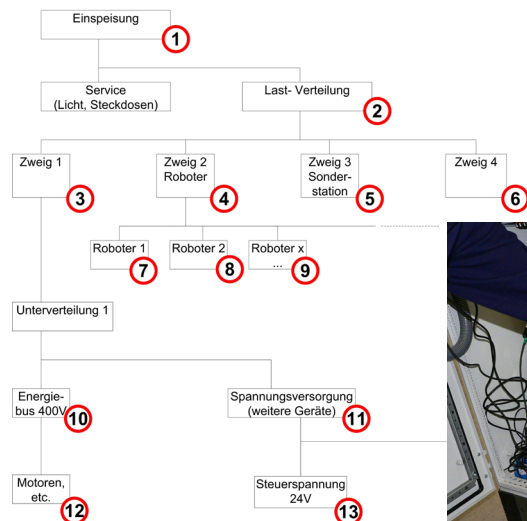
Für die Messung aller Netz-Kenngrößen, wie Transienten, Alarmer und Wellenformen, kamen Netzanalysegeräte zum Einsatz. Mit diesen wurden alle Werte simultan erfasst und aufgezeichnet. Die Leistungsmessung (W, VA) erfolgte gesamt und pro Leiter. Dabei wurde eine lange Aufzeichnungsdauer, auch bei hoher Messrate, gewählt. Es fand eine Zeitsynchronisation der Messgeräte und SPS statt.

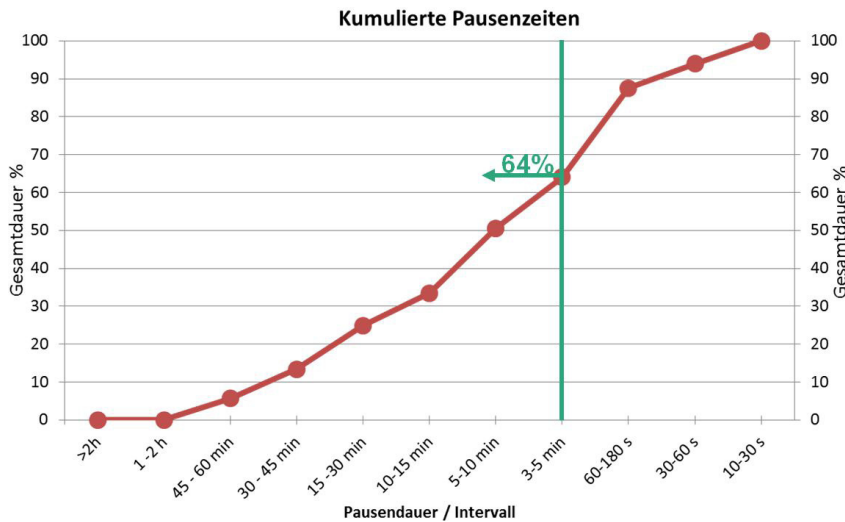
„Insgesamt wurden Messungen auf verschiedenen Ebenen durchgeführt: von der Haupteinspeisung granular bis zu einzelnen Anlagenkomponenten mit bis zu 15 Messgeräten“, informiert M. Müller. Dabei sei die kontinuierliche Aufzeichnung von Spannungs-, Strom- und Leistungsparametern über einen Zeitraum von sieben Tagen (Messintervall: 1 s) erfolgt. Zudem wurde die Synchronisation mit Anlagenzuständen mittels SPS-Daten durchgeführt. „Danach haben wir die Messwerte mit Anlagenzuständen verknüpft. Die SPS-Logdaten geben Aufschluss über die Betriebszustände. Anschließend erfolgte die Analyse der Messdaten mit den Betriebszuständen“, so M. Müller.

Schematische Dartsellung der Messpunkte (Beispiel):

- **Einspeisung der Anlage,**
- **Unterverteilungen der Teilbereiche,**
- **400 V Energiebus,**
- **24 V Energiebus (Gleichstrommessung),**
- **Montage-Roboter,**
- **Teilezuliefer-Roboter und**
- **Schrauber**

und ein Blick in die Praxis (rechtes Bild)





Analyse der Pausenzeiten für eine Produktionslinie über einen Gesamtzeitraum von fünf Tagen

Die Ergebnisse

Anhand der gewonnenen Ergebnisse wurde eine Analyse des Energieverbrauchs von einer Produktionslinie durchgeführt. Daraus ergab sich eine Leistungsaufnahme bei laufendem Betrieb von 32,62 kW und in Pausenzeiten von 17,74 kW. „Der Energieverbrauch einer einzelnen Produktionslinie in Pausenzeiten entspricht nach unseren Analysen dem durchschnittlichen Energieverbrauch von 44 Haushalten“, verdeutlicht M. Müller. Die höchste Leistungsaufnahme im laufenden Betrieb kommt den Robotern (56,8 %) zu. In Pausenzeiten machen diese mit 34,7 % zwar immer noch den höchsten Anteil aus, andere Stationen/Einheiten sind hier jedoch deutlich aufnahmebereiter.

Im nächsten Schritt wurden die Pausenzeiten nach Dauer klassifiziert und analysiert: Pausen mit einer Dauer von 10 s bis 30 s finden danach mit ca. 380-mal innerhalb einer Produktionslinie über einen Zeitraum von fünf Tagen am häufigsten statt.

Solche von 30 s bis 60 s gut 150-mal und solche mit einer Dauer von 60 s bis 180 s ca. 240-mal in fünf Tagen. Diese kurzen Pausen werden allerdings produktionsbedingt verursacht und können mit Profienergy nicht optimiert werden. Erst die klassifizierten Pausen ab 3 min bis 5 min bieten Optimierungspotenzial durch Profienergy.

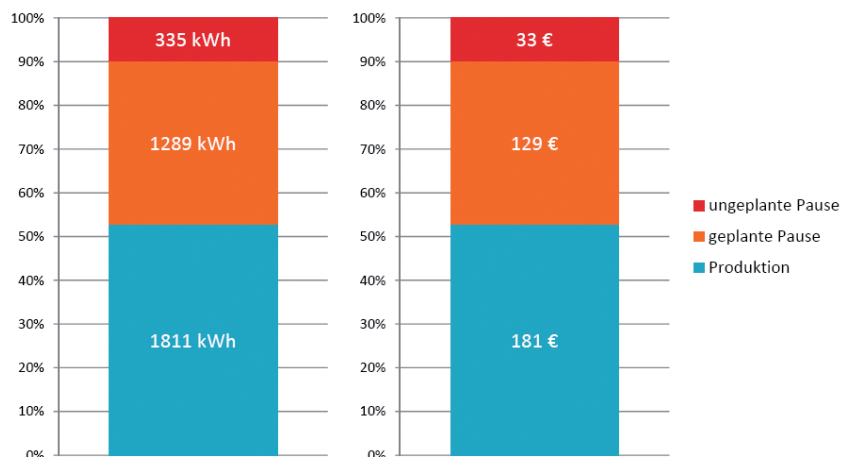
„Kumuliert man die Pausenzeiten, ergibt sich für das Beispiel der Produktionslinie, die über einen Gesamtzeitraum von fünf Tagen betrachtet wird, dass 64 % der Gesamtdauer Pausen ausmachen, die 3 min und länger andauern“, fasst M. Müller die Analyse der Pausenzeiten zusammen.

Im nächsten Schritt wurden die Pausen- und die Produktionsergebnisse in Relation zueinander gesetzt. Auch hier wurden wieder die Ergebnisse einer Produktionslinie, die im Zweischicht-Betrieb gefahren wird, über einen Zeitraum von fünf Arbeitstagen zugrunde gelegt. „Der Energieverbrauch beträgt in ungeplanten

Pausenzeiten 335 kWh, für geplante Pausen 809 kWh und bei laufender Produktion 1811 kWh. In Euro ausgedrückt sind das Energiekosten in Höhe von 33 € für ungeplante, 81 € für geplante Pausen und 181 € für den Produktionsbetrieb“, bringt es M. Müller auf den Punkt. Mit Blick auf die Pausenzeiten erklärt er: „Durch den Einsatz von Profienergy lassen sich die Kosten innerhalb der Pausenzeiten wöchentlich um ca. 70 % – also 80 € – reduzieren.“

Rechnet man nun das Wochenende mit zwei vollen Tagen als geplante Pausen mit hinein, ergeben sich als Summe 129 € Energiekosten an geplanten Pausen. Wird nun wieder das Einsparpotenzial von Profinet mit ca. 70 % angesetzt, ließen sich in diesem Fall rund 114 € Kosten pro Woche bei der Produktionslinie einsparen. Mit Blick auf die CO₂-Emissionen erklärt M. Müller: „Pro Woche kann Profienergy ca. 665 kg CO₂ vermeiden.“

Analyse der Relation zwischen Pausen und Produktion für eine Produktionslinie (Zweischicht-Betrieb, Zeitraum: fünf Werktage plus zwei Tage Wochenende)





| Σ Energie [kWh] | Einsparpotenzial Energie [kWh] | Σ Energiekosten [€] | Einsparpotenzial Energiekosten [€] | Σ CO ₂ -Emissionen [kg] | Einsparpotenzial CO ₂ -Emissionen [kg] | Einsparpotenzial in Relation zur Gesamtsumme [%] |
|-----------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--|
| 172 750 kWh | 57 000 kWh | 17 275 € | 5 700 € | 100 450 kg | 33 250 kg | 33 % |

Einsparpotenzial für eine Produktionslinie pro Jahr bei Verwendung von Profienergy (Zweischicht-Betrieb, fünf Werktage plus zwei Tage Wochenende)

Zusammenfassung

„Im Zusammenhang mit der Durchführung unserer Studie haben wir ein Kosteneinsparpotenzial und eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von bis zu 33 % nachgewiesen“, resümiert M. Müller. Er verweist aber darauf: „Die volle Nutzung des Einsparpotenzials erfordert eine Änderung der Anlagenkonzepte. Dabei müssen die Anlagenbetreiber ihre Anforderungen gegenüber Anlagenherstellern und Komponentenherstellern definieren. So ist ein Stand-by-Betrieb nur dann sinnvoll und vom Anlagenbetreiber toleriert, wenn ein störungsfreier Wiederanlauf sichergestellt ist“, so das Abschlussstatement des Experten.

www.fh-koeln.de/ait
www.profibus.com