

Ansatz zur Modellierung des Durchschnittstageslastganges eines Milchviehstalles am Beispiel der Druckluftherzeugung

Manfred Höld¹, Christoph Küblbeck², Anja Gräff², Jörn Stumpenhausen¹ und Heinz Bernhardt²

Abstract: Der Einsatz eines Energie-Management-Systems (EMS) in einem Milchviehstall nützt der Erhöhung des Eigenverbrauchanteils an betriebsintern erzeugter elektrischer Energie und fördert gleichzeitig die netzdienliche Stromeinspeisung. Die Gewinnung elektrischer Energie erfolgt mittels Photovoltaik auf dem Dach und durch eine Biogasanlage, welche Gülle vergärt. Dieses EMS benötigt neben den Prognosemodellen der Stromerzeugung auch ein Prognosemodell des Energieverbrauches im Milchviehstall. Die Modellierung des Durchschnitts-Tageslastganges eines Verbrauchers wird am Beispiel des Druckluftkompressors dargestellt. Der Einschaltzeitpunkt des Druckluftkompressors wird durch den Druck im Vorratsbehälter und daher durch das Nutzungsprofil des automatischen Melksystems (AMS) bestimmt, d.h. der Druckluftverbrauch ist vom Verhalten der Milchkühe abhängig. Deshalb kann über das Intervall zwischen Ausschalten und Einschalten mittels Mittelwertbildung und Standardabweichung keine zuverlässige Aussage gemacht werden, sondern es muss über Wahrscheinlichkeiten der Einschaltzeitpunkt bestimmt werden. Ebenso lässt sich die Last, aufgrund unterschiedlicher Einschaltzeiten innerhalb der Einschaltminute, nicht mit dem Mittelwert, sondern erst bei sekundenbezogener Betrachtung exakt darstellen.

Keywords: Integrated Dairy Farming, Stall 4.0, Tageslastgang, Milchviehstall, Energie Management System

1 Einleitung

Durch die zunehmende räumliche Trennung von Energieerzeugung mittels Windkraftanlagen im Norden und Osten Deutschlands und dem hohen Energieverbrauch in Bayern und Baden Württemberg kann es zukünftig, zusätzlich zum Netzausbau mit großen Gleichstromtrassen [Bal 7], sinnvoll sein, dass hoch automatisierte Milchviehställe mit einem Energie-Management-System ausgestattet werden, um den Anteil an eigen verbrauchter elektrischer Energie zu erhöhen und zeitgleich mittels Speichermöglichkeiten zur Netzstabilisierung beizutragen.

Mehrere dezentral gelegene Milchviehställe können somit, virtuell gekoppelt, mit all ihren Energiespeichermöglichkeiten und eventuellen Energieerzeugungsoptionen als netzstabilisierende Faktoren eingesetzt werden.

¹ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät LE, Am Staudengarten 1, manfred.hoeld@hswt.de

² TU München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, christoph.kueblbeck@gmx.de

2 Zielstellung

Anhand erfasster Daten des elektrischen Energieverbrauchs der Hauptverbraucher auf einem Praxis-Milchviehbetrieb soll ein Durchschnitts-Tageslastgang entwickelt werden, der dem Energie-Management-System (EMS) als Basis für Entscheidungen, hinsichtlich der Energiezuteilung, dienen soll. Zudem ist die Frage zu klären, ob die Erfassung der Leistungswerte in Minutenintervallen ausreichend ist, oder ob die Sekundenintervalle erforderlich sind, um eine möglichst zutreffende Aussage treffen zu können. Um jahreszeitliche Effekte bei den einzelnen Verbrauchern zu erkennen, muss möglichst für jeden Monat ein Durchschnitts-Tageslastgang entwickelt werden. Der Druckluftkompressor wird im Folgenden genauer betrachtet. Die Jahreszeit beeinflusst diesen Lastgang nicht, sehr wohl jedoch die Nutzungsfrequenz des automatischen Melksystems (AMS) durch die Kühe.

3 Methode

Druckluft wird zur Torsteuerung am AMS, zur Laserreinigung und zur Reinigung der Milchleitung und der Melkbecher genutzt. Die erfassten Verbrauchsdaten des Druckluftkompressors werden in Sekunden- bzw. in Minutenintervallen (gemittelt aus 60 Messpunkten pro Minute) aufgezeichnet. Von den Energieverbrauchsdaten sind die Leistungsaufnahme und der Energieverbrauch für die Untersuchungen relevant. Um die Datenmengen möglichst gering zu halten, werden im ersten Schritt nur die Minutenintervalle für die Berechnung des Durchschnitts-Tageslastganges herangezogen. Die Sekundenintervalle werden parallel mit abgespeichert, um eine Überprüfung des Ergebnisses aus den Minutenintervallen durchzuführen. Der Mittelwert und die zugehörige Standardabweichung werden sowohl für die Leistungsaufnahme pro Minute, wenn Druckluft erzeugt wird, als auch für die Intervalle, in denen der Druckluftkompressor ausgeschaltet ist, berechnet. Anhand dieser Ergebnisse wird entschieden, ob weitere Berechnungen notwendig sind. Falls die Berechnungen kein verwertbares Ergebnis liefern, muss für die Leistungsaufnahme mit den Messwerten der Sekundenintervalle gerechnet werden. Die Intervalle, in denen der Kompressor ausgeschaltet ist, sind abhängig davon, in welchen Abständen die Kühe das AMS betreten und die Reinigungszeiten am AMS voreingestellt sind. Da hier der Mittelwert keine plausible Aussage ergibt, wird hier eine Berechnung der Wahrscheinlichkeit notwendig. Diese gibt an, wie hoch die Wahrscheinlichkeit in einer Minute zu einer bestimmten Zeit am Tag ist, dass der Kompressor einschaltet. Für die Berechnungen der Mittelwerte und der Standardabweichung wird Excel verwendet. Für weitergehende Berechnungen zur Wahrscheinlichkeit wird ein Schwellenwert mittels „RStudio“, einem Statistikberechnungsprogramm, ermittelt. Dieser Schwellenwert gibt an, wann der Druckluftkompressor stillsteht (Leistungsaufnahme ist unter dem Schwellenwert) und wann der Kompressor Druckluft erzeugt (Leistungsaufnahme ist über dem Schwellenwert).

4 Ergebnisse und Diskussion

Die Berechnung des Mittelwertes für die Leistungsaufnahme des Druckluftkompressors ergibt Werte für die Einschaltminute, bei der nur ein Teil der Zeit Last auftritt, für die Folgeminuten und die Ausschaltminute, bei der ebenfalls nur ein Teil der Zeit Last auftritt. Realistische Werte werden aber nur für die Minute, nach der Einschaltminute erzielt, da dies die einzige Minute ist, in der der Kompressor die ganze Zeit Druckluft produziert. Die Mittelwerte für die anderen Minuten ergeben aufgrund der geringeren Laufzeit ($t < 60s$) zu geringe Werte und dadurch einen zu geringen Mittelwert und eine hohe Standardabweichung.

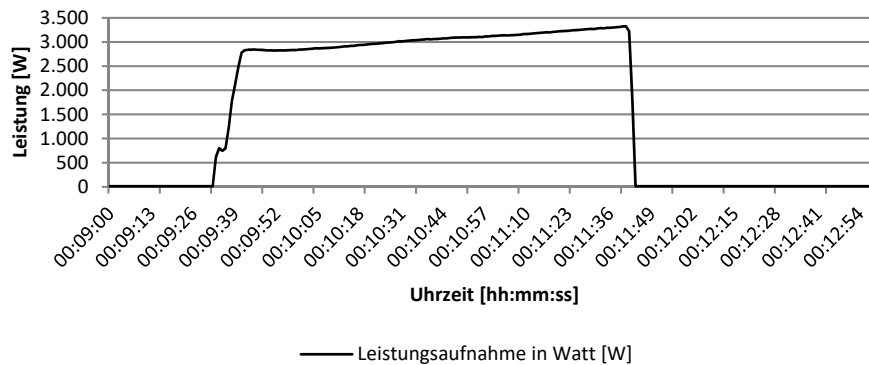


Abb. 1: Leistungsaufnahme des Druckluftkompressors während der Druckaufbauphase

In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass nur die zehnte Minute voll in der Druckaufbauphase liegt und die neunte und elfte Minute nur teilweise Last aufweisen. Die Mittelwerte der Ein- und Ausschaltminute ergeben somit bei der Betrachtung der Minutenintervalle keine realistischen Werte, was auch bei der Standardabweichung zum Ausdruck kommt.

Betrachtet man die Sekundenintervalle und errechnet daraus die Mittelwerte und die Standardabweichung, so ergeben sich sehr plausible Werte. Diese kommen dem Lastgang sehr nahe. Die steigende Leistungsaufnahme, wie in Abb. 1 ersichtlich, korreliert mit dem Druck im Vorratsbehälter.

Der Mittelwert vom Intervall zwischen Ausschalten und wieder Einschalten kann berechnet werden. Die Standardabweichung ist mit einem Wert von etwa 60% des Mittelwertes zu hoch, um statistisch belastbar zu sein. Daher wird für das weitere Vorgehen mit der Wahrscheinlichkeit gearbeitet. Grund für die große Standardabweichung ist das Verhalten der Milchkühe, die rein zufällig das AMS aufsuchen. Auch die statistische Auswertung für jeweils die gleiche Stunde an verschiedenen Tagen ergibt keine Regelmäßigkeit.

Für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, wird erst der Schwellenwert berechnet, welcher bei der Sekundenintervallbetrachtung bei $P = 1.518W$ liegt. D.h. alle Werte, die darunter liegen, werden als „keine Last“ betrachtet (Druckluftkompressor AUS) und alle Werte die darüber liegen werden als „Last“ betrachtet (Druckluftkompressor EIN).

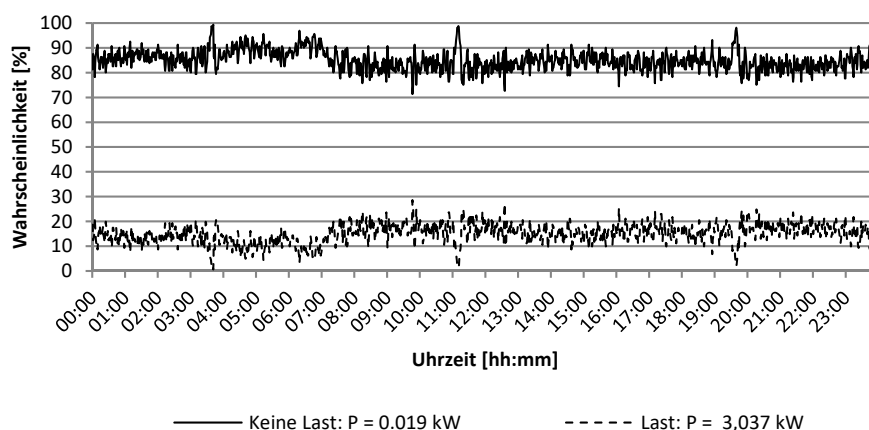


Abb. 2: Darstellung der Wahrscheinlichkeiten der Lastzustände

Auffällig in Abbildung 2 sind die Zeiten um 3:30 Uhr, 11:00 Uhr und 19:30 Uhr. Dort ist die Wahrscheinlichkeit, dass keine Last vorliegt, sehr hoch. Zu diesen Zeiten wird das AMS gereinigt und keine Druckluft benötigt. Ebenfalls ist ein leicht erhöhter Wert zwischen 6 und 7 Uhr morgens zu erkennen, was auf die zweitägige Milchabholung zurückzuführen ist. Während der Reinigungsphase des Milchtanks können keine Kühe gemolken werden und deshalb wird keine Druckluft benötigt.

5 Fazit

Es kann für den Druckluftkompressor kein Durchschnitts-Tageslastgang erstellt werden, da das Verhalten der Kühe keine Regelmäßigkeiten aufweist. Der Einschaltzeitpunkt des Druckluftkompressors in der Zukunft kann deshalb nur mit Wahrscheinlichkeitswerten bestimmt werden. Für die Leistung kann nur ein Mittelwert berechnet werden, sofern die Leistung in Sekundenintervallen erfasst wird.

Literaturverzeichnis

- [Ba17] Bayerisches Staatministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie: Stromversorgung – Der Weg für Bayern, www.stmwi-bayern.de, Stand 24.11.2017