

## Einbindung externer Datenquellen und Komponenten in ein On-Farm Energiemanagementsystem

Martin Höhendinger<sup>1</sup>, Jörn Stumpfenhausen<sup>2</sup>, Sascha Wörz<sup>1</sup>, Hans-Jürgen Krieg<sup>3</sup>, Reinhard Dietrich<sup>3</sup>, Lorenz Frech<sup>4</sup> und Heinz Bernhardt<sup>1</sup>

**Abstract:** In der landwirtschaftlichen Milchviehhaltung werden durch Automatisierung Flexibilitätspotentiale im Energieverbrauch geschaffen. In diesem Zusammenhang soll ein integriertes Energiemanagementsystem eine Anpassung an die schwankende Erzeugung aus erneuerbaren Energien ermöglichen. Ansätze dazu sind bereits aus der Industrie bekannt. Die Herausforderung, ein integriertes Energiemanagementsystem in der Landwirtschaft umzusetzen, liegt in der Tierhaltung und den Umwelteinflüssen. Entscheidend ist dabei die Energieplanung basierend auf externen Daten und Prozessabläufen. Die daraus entstehende Flexibilität könnten Landwirte zukünftig zur energetischen Selbstversorgung nutzen oder am Strommarkt anbieten.

**Keywords:** Energiemanagement, Milchviehhaltung, Energieprognose, Wetter,

### 1 Einleitung

Die dezentrale Stromversorgung mit erneuerbaren Energien stellt einen immer wichtigeren Bestandteil in der Energieversorgung Deutschlands dar [Wi11]. Da bei diesen Energiequellen Variationen der Energieproduktion möglich sind [Ha08], sollen s.g. „Smart Grids“ eine kurzfristige Anpassung des Energieverbrauchs ermöglichen [Wi11]. Im industriellen Bereich, werden dazu bereits heute Flexibilitätspotenziale genutzt, um die Nachfrageflexibilisierung zu steigern [Sc15]. Die Automatisierung betrieblicher Prozesse in der Milchviehhaltung schafft ebenfalls Flexibilisierungspotential im betrieblichen Energieverbrauch [Be17]. Gleichzeitig ermöglichen Photovoltaik (PV)-, Windkraftwerke und Biogasanlagen diesen Betrieben die dezentrale Produktion von Strom. Der landwirtschaftliche Betrieb könnte damit zum Ausgleich von Netzschwankungen beitragen, indem er als Energiequelle und -senke fungiert. Ziel dieser Arbeit ist es, Ansätze zum grundsätzlichen Aufbau eines integrierten Produktions- und Energiemanagementsystems für landwirtschaftliche Betriebe nach industriellem Vorbild herauszuarbeiten. Des Weiteren soll ein

---

<sup>1</sup> Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, 85354 Freising, martin.hoehendinge@tum.de

<sup>2</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Lehrstuhl für Landtechnik, Am Staudengarten 1, 85354 Freising, joern.stumpfenhausen@hswt.de

<sup>3</sup> BEDM GmbH, Arthur-Piechler-Straße 1i, 86316 Friedberg, krieg@bedm.de

<sup>4</sup> Hörmann GmbH & Co.KG, Rudolf-Hörmann-Straße 1, 86807 Buchlohe, lorenz.frech@hoermann-inof.de

Beispiel zeigen, dass in der Milchviehhaltung Energiemanagement und Tierkomfort kombinierbar sind und, wie sich landwirtschaftliche Betriebe durch Schaffung von Flexibilität zukünftig am Strommarkt beteiligen könnten.

## 2 Energiemanagementsysteme

Ein Energiemanagementsystem enthält Organisations- und Informationsstrukturen und dient der systematischen Erfassung von Energieströmen [Ka12]. Bei der Eingliederung in die betrieblichen Produktionsprozesse spielt die Verarbeitung relevanter Daten eine wichtige Rolle [Ka12]. Dabei sind laut Scheven [Sc15] die drei Flexibilitätsoptionen Erzeugung-, Speicher- und Lastmanagement entlang der Wertschöpfungskette von Bedeutung. Beispiel für ein solches System ist das von Scheven [Sc15] entwickelte Renewable Energy For Industry (REFI)-Modell zur industriellen Anwendung. Im REFI-Modell unterscheidet Scheven [Sc15] interne und externe Daten, die jeweils in drei Bereiche gliederbar sind (Tab. 1). Vorteil dieses Modells ist die Anpassungsfähigkeit an individuelle Strukturen verschiedener Milchviehbetriebe, weshalb es als Grundlage für ein landwirtschaftliches Modell dienen könnte.

	Bereich	Beispiel
Interne Daten	Prozessstrukturdaten	Prozessaufbau, Abhängigkeiten, Prozessschritte, Energieblöcke
	Energie/Leistungsdaten	Verbrauchsdaten jedes Prozessschritts
	Produktionsdaten	Auslastung, Restriktionen
Externe Daten	Energieprognose	Energieproduktion aus erneuerbaren Energien, Leistungsdaten
	Strompreise	Preise am Intraday-Markt
	Börsenregularien	Handelsregularien, Handelszeiträume

Tab. 1: Systematisierung unternehmensinterner und -externer Daten nach Scheven [Sc15]

## 3 Energiemanagement im Milchviehbetrieb

Das Energiemanagement in Milchviehbetrieben muss sich mit verschiedenen Herausforderungen auseinandersetzen. In diesem Zusammenhang sind vor allem Wettereinflüsse und Tierwohlvorgaben von Bedeutung, was am Beispiel der Stallklimatisierung und der Belüftungssteuerung deutlich wird. Steigen im Sommer die Temperaturen über das physiologische Optimum der Kühe (Abb. 1) sind Maßnahmen zur Vermeidung von Hitze-stress notwendig. Gleichzeitig ist in diesen Zeiten meist auch die Produktion von PV-Strom relativ hoch [Hu15]. Ein automatisches Energie- und Produktionsmanagementsys-

tem muss über geeignete Prognosemodelle verfügen, um die Steuerung von Lüftungsöffnungen und den Betrieb von Ventilatoren so zu planen und zu überwachen. Das Stallklima würde so, unter Anpassung an die Energieproduktion, im vorgegebenen Bereich gehalten. Lastspitzen und Hitzestress könnten dadurch vorgebeugt und die energetische Optimierung mit Tierwohlaspekten kombiniert werden.

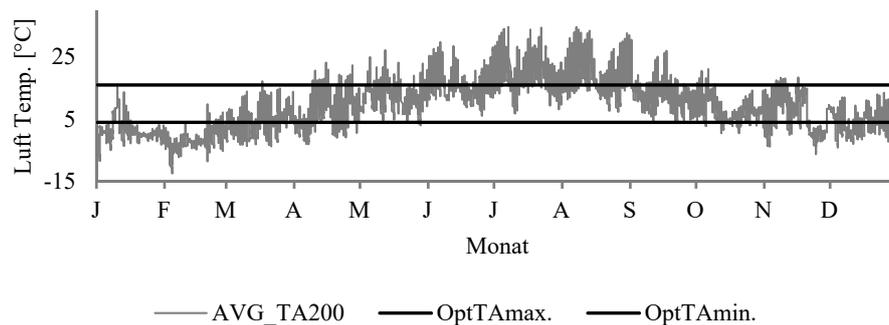


Abb. 1: Stündliche Lufttemperatur in Freising [Ba15] im Zusammenhang mit physiologischem optimalen Temperatur Bereich von Milchkühe [De05]

#### 4 Ausblick

Zukünftiges Ziel ist die Entwicklung eines autonomen Energie- und Produktionsmanagementsystems, das unter Berücksichtigung der automatisierten Teilsysteme und Besonderheiten eines Milchviehbetriebs selbstständig eine energetische und ökonomische Optimierung der Energieversorgung durchführt. Dafür müssen die Produktionsprozesse genau analysiert, die entstehenden Daten- und Energieflüsse aufgezeigt und Flexibilitätspotentiale durch Erzeugungs-, Speicher- und Lastmanagement geschaffen werden. Beispielsweise würde die Kombination von PV- oder Windenergie mit einer Biogasanlage die Möglichkeit bieten, das Gas in Perioden mit hoher Stromproduktion zu speichern und nur im Bedarfsfall in Strom umzuwandeln. Dies ermöglicht die Überbrückung von Perioden ohne oder geringer Energieproduktion aus PV- und Windenergie. Voraussetzung ist neben der entsprechenden Dimensionierung des Block-Heizkraftwerks auch die Prognose und die Planung der Energieversorgung. Dadurch könnte die Unabhängigkeit vom Energiemarkt möglich werden. Des Weiteren könnte der Landwirt durch die Vermarktung von Flexibilitätspotentialen an Netzbetreiber ein zusätzliches Einkommen generieren, was besonders in Zeiten niedriger Milchpreise interessant ist. Welche weiteren Möglichkeiten dieses System zukünftig für Landwirte am Energiemarkt schafft hängt auch von gesetzlichen Vorgaben ab. Für die Umsetzung werden in weiteren Arbeiten geeignete Prognosemodelle entwickelt, die detaillierte Informationen über die lokale Energieproduktion bereitstellen und unter Berücksichtigung von Verbrauchsdaten eine Energieplanung und Echtzeitoptimierung ermöglichen. Dabei müssen externe Faktoren berücksichtigt und Möglichkeiten zum Umgang mit diesen geschaffen werden, da diese meist nicht oder nur

kaum beeinflusst werden können. Derzeitige Untersuchungen beschäftigen sich mit der Integration von externen Wetterdaten in ein derartiges Energiemanagementsystem. Sowie mit der Abbildung und Analyse der Produktionsprozesse landwirtschaftlicher Milchviehbetriebe.

## 5 Danksagung

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

### Literaturverzeichnis

- [Be17] Bernhardt, H. et al.: Energy management of automatic dairy farms with integration in regional grids: ASABE Annual International Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI, 2017.
- [De05] Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. Hrsg.: DLG-Merkblatt 336 Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe, 2005.
- [Ha08] Hammer, A. et al.: Der Einfluss von Wetter und Klima auf die Energieversorgung. In EINBLICKE - Forschungsmagazin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 2008; S. 20–21.
- [Hu15] Huber, C.: Konzeption, Ertragsanalyse sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener dachgebundener Photo-Voltaik Anlagen für einen Modell-Milchviehstall im Rahmen des "Integrated Dairy Farming". Bachelorarbeit, Freising, 2015.
- [Ka12] Kahlenborn, W. et al.: Energiemanagementsysteme in der Praxis. ISO 50001: Leitfaden für Unternehmen und Organisationen, 2012.
- [Sc15] Scheven, A. von: Flexibilitätsoptionen im industriellen Umfeld an verschiedenen Energiehandelsmarktplätzen im Smart Grid. Dissertation, Darmstadt, 2015.
- [Wi11] Wille-Hausmann, B.: Einsatz der symbolischen Modellreduktion zur Untersuchung der Betriebsführung im "Smart Grid". Dissertation, Hagen, 2011.
- [Ba15] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Agrarmeteorologie Service. <http://wetter-by.de/Internet/AM/inetcnrBY.nsf/cuhome.xsp?src=4JHVFJGNW4&p1=535TN12L42&p3=2CQ7BH7901>, 01.12.2017.