

# Grundlagenerarbeitung zur Implementierung eines On-Farm Energie Management Systems im Milchviehstall

Manfred Höld, Heinz Bernhardt, Anja Gräff, Jörn Stumpenhausen

Munich School of Engineering  
Technische Universität München  
Am Hofgarten 1  
85354 Freising  
manfred.hoeld@hswt.de  
heinz.bernhardt@wzw.tum.de  
anja.graeff@wzw.tum.de  
joern.stumpenhausen@hswt.de

**Abstract:** Mit steigenden Energiekosten für Strom und Wärme ist es für die landwirtschaftlichen Unternehmen wichtig, deren Energieverbrauch zu kontrollieren und zu steuern. Um den Energieverbrauch im Milchviehstall möglichst mit betriebseigen produzierter Energie aus der Verstromung von Biogas oder aus Photovoltaik zu decken, ist es notwendig, die verschiedenen Energieverbraucher über ein zentrales Steuerungsmodul anzusprechen. Dieses zentrale Steuerungsmodul hat die primäre Aufgabe, Lastspitzen zu vermeiden, indem die Zuordnung von Energie nach bestimmten Algorithmen erfolgt. Bei der Festlegung dieser Algorithmen ist vor allem das Wohl der Milchkühe als wichtigstes Kriterium zu beachten.

## 1 Einleitung

Durch Förderung der Produktion von erneuerbarer Energie sind viele Landwirte mit dem Einstieg in die Stromproduktion aus Biogas, Photovoltaik, Windkraft neben dem klassischen Nahrungsmittelproduzenten auch zum Energieproduzenten geworden. Durch stetig sinkende Einspeisevergütungen für Strom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und steigenden Preisen für Zukaufstrom ist es für landwirtschaftliche Betriebe sinnvoll, einen hohen Anteil am Gesamtstromverbrauch durch eigen produzierten Strom zu decken. Bereits gegen Ende der 1970er Jahren wurde von Prof. Dr. Wenner der Energieverbrauch im Milchviehstall untersucht und anschließend ausgewertet und veröffentlicht [We80]. Damals wurde schon auf Einsparmöglichkeiten hingewiesen.

Im zukünftig hochgradig technisierten und automatisierten Milchviehstall wird zunehmend Energie in Form von Strom und Wärme benötigt. Um einerseits einen hohen Anteil an eigen produziertem Strom am Gesamtstromverbrauch zu erreichen und andererseits die Belastung des öffentlichen Stromnetzes möglichst gering zu halten, wurde das Projekt: „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“ gestartet.

## **2 Struktur des Projekts „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“**

Die Bezeichnung „Stall 4.0“ in Anlehnung an „Industrie 4.0“ wurde bewusst so gewählt, da durch die Vernetzung der einzelnen Energieverbraucher im Milchviehstall eine ähnliche Struktur wie in den Industriegebäuden entsteht. Warum nur ähnlich? Der große Unterschied besteht darin, dass bei dem Projekt „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“ ein weiterer Faktor, nämlich der Faktor „lebendiges Tier“ hinzukommt.

### **2.1 Teilprojekt: „Tier-Technik-Interaktion“**

Es wäre ein großer Fehler, den Faktor „lebendiges Tier“ außer Acht zu lassen. Der Grund dafür ist, dass Milchkühe, trotz großer Anpassungsfähigkeit an ihre Umgebung, bei hochtechnisierten und automatisierten Milchviehställen eventuell nicht mehr mit dem Haltungssystem „automatisierter Milchviehstall“ klar kommen. Dies kann zu wirtschaftlichen Nachteilen führen. Dieser Zusammenhang zwischen dem Tier, im vorliegenden Fall der Milchkuh, und der Technik im Milchviehstall wird aktuell im Rahmen einer Dissertation von Frau Gräff am Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der TU München untersucht.

### **2.2 Teilprojekt: „Energie Management System“**

In diesem Teilprojekt sollen die Grundlagen erarbeitet werden, die zur Implementierung eines On-Farm Energie Management Systems im Milchviehstall notwendig sind. Als Basis wird ein Stall für 120 laktierende Milchkühen angenommen, in dem alle technischen bzw. automatischen Maschinen, die derzeit am Markt zur Verfügung stehen, eingebaut sind. Aufbauend darauf soll ein Prototyp eines zentralen Steuerungsmoduls entwickelt werden, welches im Milchviehstall den Energieverbrauch der einzelnen Verbraucher überwacht, aber auch die Zuteilung von Energie innerhalb bestimmter Systemgrenzen übernimmt.

## **3 Fragestellung zum Teilprojekt „Energie Management System“**

Ziel des Projektes ist, im hochtechnisierten und automatisierten Milchviehstall eine effiziente Energieverteilung durch Einsatz eines Energie Management Systems (EMS) zu erlangen, ohne dabei den Kuhkomfort zu mindern. Dazu sind die drei folgenden Kernfragen zu beantworten:

1. Welche Parameter müssen berücksichtigt werden, um ein Energie Management System (EMS) im Milchviehstall installieren zu können, welches nicht direkt auf die jeweiligen Maschinensteuerungen zugreifen kann und wie kann das EMS über die Verbrauchsdaten der jeweiligen im Milchviehstall verbauten elektrischen Anlagen informiert werden?
2. Wie kann das EMS über zu erwartende eigenproduzierte Energiemengen informiert werden?

3. Wie muss eine „intelligente Netzanbindung“ mit dem Energieversorger aussehen?

## 4 Material und Methode

Anhand von Standardwerten auf der Seite der Energieproduktion, sowie Energieverbrauchswerten der einzelnen elektrisch betriebenen Anlagen auf Seite der Energieverbraucher werden digitale Datenblätter erstellt. Zudem können solche Datenblätter durch Energieverbrauchsmessungen einzelner Anlagen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben erstellt werden. Die Datenblätter müssen von der Software des EMS eingelesen werden können.

Die Datenblätter müssen folgende Kennwerte der Energieverbraucher enthalten:

- Leistungskennwerte (z.B. elektr. Anschlusswerte),
- die Priorität mit der der Verbraucher mit Energie versorgt werden muss,
- die benötigte Energiemenge, sowie
- die zeitliche Flexibilität der jeweiligen Energieverbraucher.

Die Priorität ist insofern wichtig, als dass ein automatisches Melksystem (AMS) immer mit Energie versorgt werden muss, um die Anzahl der Melkungen pro Tag zu erreichen. Dagegen kann ein automatisches Fütterungssystem (AFS) von der Priorität niedriger als das AMS eingestuft werden, weil die Fütterungszeiten in einem gewissen Zeitkorridor verschoben werden können. Hier spielt die zeitliche Flexibilität eine Rolle um Lastspitzen im Milchviehstall zu vermeiden. Ein automatisches Einstreusystem, sowie eine Güllepumpe sind zeitlich sehr flexibel, da sie pro Tag meistens nur einmal arbeiten.

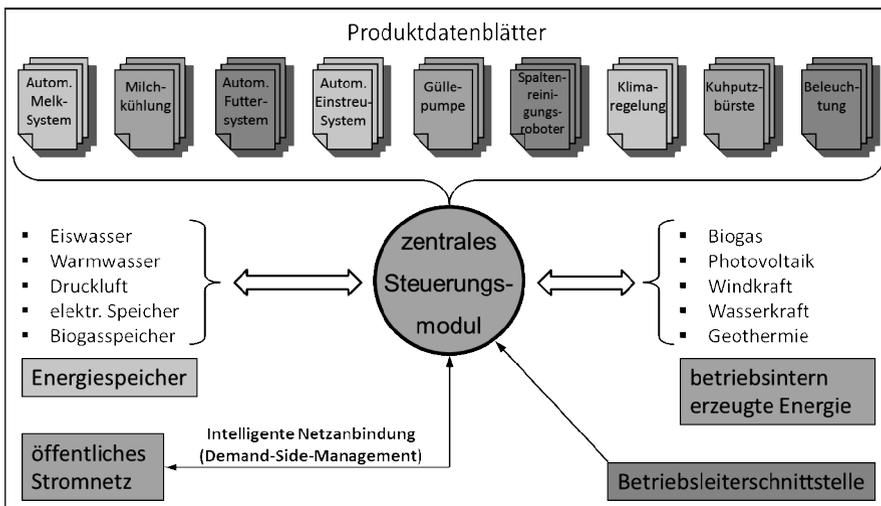


Abbildung 1: Aufbau und Schnittstellen des zentralen Steuerungsmoduls

Das EMS kann durch die Hintergrundinformation aus den Datenblättern, der „intelligenten Netzanbindung“, sowie durch die Prognosewerte der Energieerzeugungsanlagen selbstständig die Energieverteilung innerhalb des Milchviehstalles vornehmen, wobei der Landwirt jederzeit über den Zustand des Systems informiert, und in der Lage sein muss, das System zu übersteuern, wenn dies notwendig erscheint (vgl. Abb. 1).

Herzstück des Energie Management Systems soll ein zentrales Steuerungsmodul sein, das den Energieverbrauchern nach klar strukturierten Regeln Energie zur Verfügung stellt. Dieses zentrale Steuerungsmodul braucht dafür Kenntnis, welche Maschine aktuell arbeitet und wieviel Energie derzeit zur Verfügung steht, so dass ein ständiges Monitoring des Energieverbrauches aller Maschinen im Milchviehstall notwendig ist.

## **5 Aktuelle Ergebnisse**

Derzeit liegen erste Ergebnisse im Bereich der Datenblättererstellung vor, nachdem Messungen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben durchgeführt wurden. An Algorithmen, welche die Einbindung von elektrischen Speichern ermöglichen wird ebenfalls gearbeitet. Diese Algorithmen sollen den Speicher so befüllen, dass dieser in Abhängigkeit der Stromverfügbarkeit geladen wird, wozu wieder die Wettervorhersage ausschlaggebend ist, wann PV-Strom zur Verfügung steht.

Im Bereich der Energieerzeugungspotentiale sind für die Bereiche Strom aus Biogas, Photovoltaik auf dem Staldach und Wärmerückgewinnung der Milchkühlung theoretisch errechnete Werte vorhanden.

Zudem sind erste Versuche über das Tierverhalten bei unterschiedlicher Fütterungshäufigkeit und bei Ausfall des Melkroboters über 4 Stunden durchgeführt worden.

## **6 Ausblick**

Nach Abschluss des Projektes soll es möglich sein, aufgrund der Energieverbrauchskurven der eingesetzten Maschinen im Milchviehstall eine Abschätzung des Gesamtenergieverbrauchs vorzunehmen. Durch Überlagerung der einzelnen Lastgangkurven zu einer Gesamtlastgangkurve für den Milchviehstall werden Lastspitzen erkannt und können durch die zeitliche Verschiebung von zeitgesteuerten Vorgängen abgemildert bzw. sogar komplett eliminiert werden.

## **Literaturverzeichnis**

[We80] Wenner, H.L.: Energieverbrauch in der Tierhaltung und Einsparmöglichkeiten. In: Der Tierzüchter, Turnier Verlag, Hildesheim, 1980, Heft 4, S. 158-161.