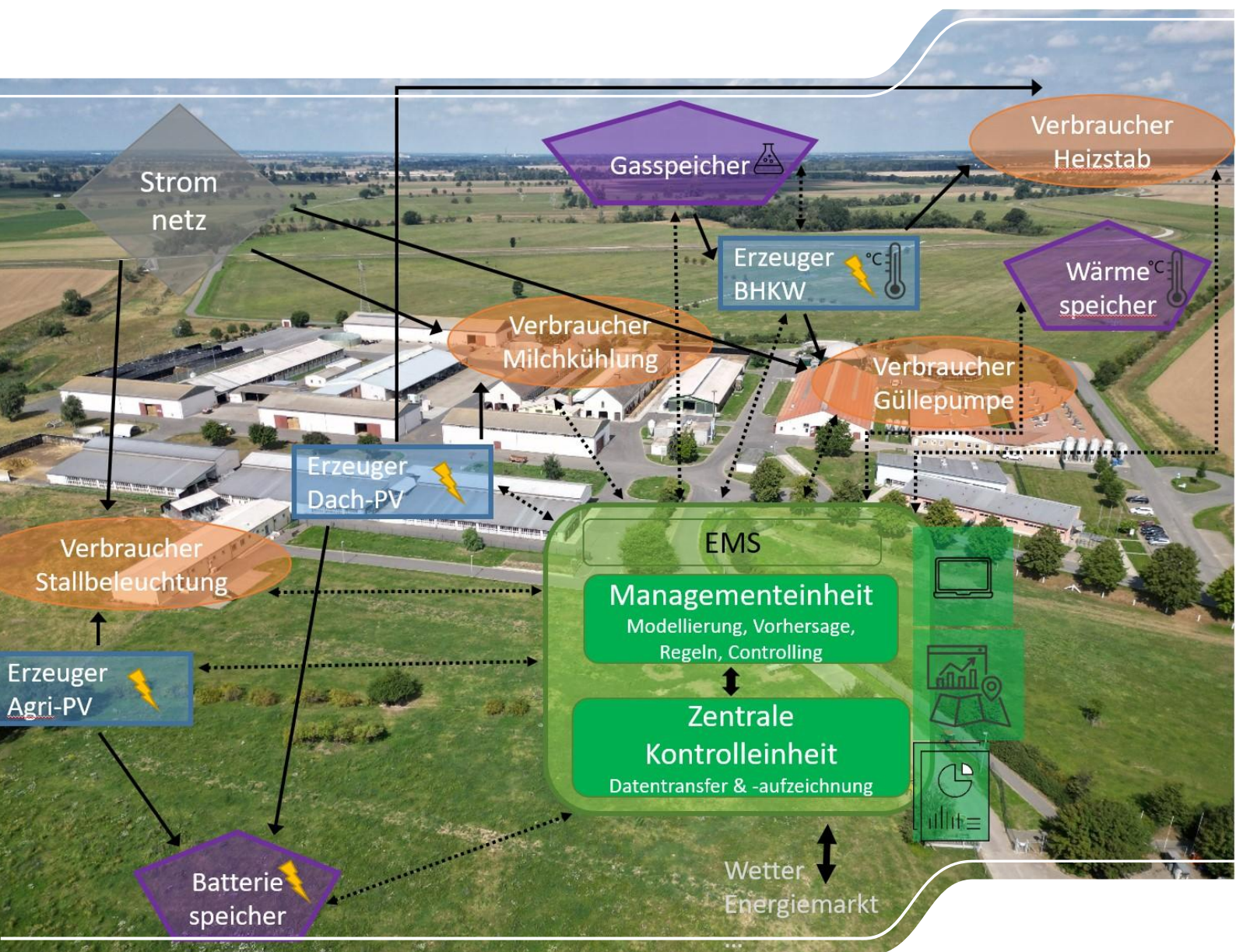


Energiemanagementsystem für das LVG Köllitsch



Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes zur Implementierung eines autonomen Energiemanagementsystems (EMS) am Lehr- und Versuchsgut Köllitsch

Projektkoordination: M. Sc. Maria Kucka, Dipl.-Ing. Kristin Boblenz

Projektbearbeitung: Dr. Michael Spaeth, Dr. Reinhard Dietrich, Franz Behm (BEDM Green GmbH) und
Robin Neuber, Nancy Kolb, Dr. Karl Hoffmann, Dipl.-Ing. Heike Dehnert (FI Freiberg Institut GmbH),

Projektidee: Dr. Steffen Pache

Besonderer Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen am Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, die das Projekt durch
ihre Zuarbeit tatkräftig unterstützt haben.

im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	6
1 Einleitung.....	8
2 Recherche der Datengrundlage	9
3 Modellierung verschiedener Varianten des Energiesystems »LVG Köllitsch«	10
3.1 Variantenvergleich: PV-Anlagen und Batteriespeicher	11
3.2. Sektorenkopplung Wasserstoff (Nutzung des Überschussstroms).....	11
3.3 Sektorenkopplung Wärme (ohne und mit Sektorenkopplung Wasserstoff)	12
3.4 Die Nutzung der (Bestands-)Biogasanlage zur flexiblen Eigenstromerzeugung	13
3.5 Fazit zu den Energiekonzepten	14
4 Konzept eines autonomen EMS am LVG Köllitsch	15
4.1 Monitoring: Messung, Aufzeichnung und Visualisierung von Messparametern	15
4.1.1 Netzstabilität und Abgleich der Messungen mit der Gebäudeleittechnik	15
4.1.2 Analyse der Messdaten	16
4.2 Erstellung der EMS-Struktur – Definitionen, Netzwerkschema, Netzwerkpläne	18
Schlussfolgerungen und Ausblick	20
Anhang 1: Tabellen und Abbildungen.....	22
Anhang 2: Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die landwirtschaftliche Praxis	25
Literaturverzeichnis.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Varianten der Entwicklung des Energiesystems Köllitsch (Quelle: BEDM 2025)	10
Abbildung 2: Lastgang einer Woche im Innenbereich vom 18. bis 24.02.2025	16
Abbildung 3: Im Projekt gemessener Lastgang eines Wochentags im Innenbereich des LVG.....	16
Abbildung 4: Lastgang des 14.01.2025 im Innenbereich des LVG	17
Abbildung 5: Lastgang im Tierhaltungsbereich über eine Woche, ohne BHKW und Notstrom	17
Abbildung 6: Lastgang eines Tages im Tierhaltungsbereich, ohne BHKW und Notstrom	18
Abbildung 7: Netzwerkschema eines Energiemanagementsystems nach BEDM	19
Abbildung 8: Netzwerkplan Innenbereich	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Variantenvergleich Innenbereich	22
Tabelle 2: Variantenvergleich Tierhaltungsbereich	23
Tabelle 3: Szenarienvergleich Sektorkopplung Wasserstoff	24

Abkürzungsverzeichnis

ANE	Anteil Netzeinspeisung
APV	Agri-Photovoltaik
APVA	Agri-Photovoltaik-Anlage
AV	Allgemeinverteilung
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BS	Batteriespeicher
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EMS	Energiemanagementsystem
EVA	Eigenversorgungsanteil
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GLT	Gebäudeleittechnik
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IEC-Klasse	Genormte Schutzklassen von elektrischen Betriebsmitteln
IT	Informationstechnik
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt peak
LAN	Local Area Network
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LVG	Lehr- und Versuchsgut
NS	Notstrom
PVA	Photovoltaikanlage
SV	Sonderverteilung

Zusammenfassung

Die von den Auftragnehmern BEDM GmbH und FI Freiberg Institut GmbH vorgelegte Vorstudie hat zum Ziel, eine konzeptionelle, technische und teilweise ökonomische Analyse der Implementierung eines Energiemanagementsystems (EMS) im Sinne eines autonomen Energiemonitoring- und -lastmanagementsystems am Lehr- und Versuchsgut (LVG) Köllitsch zu erarbeiten. Hauptziel ist die Festlegung der optimalen Nutzung der durch die am LVG Köllitsch geplanten Agri-Photovoltaik-Anlage (APVA) erzeugten Energiemengen innerhalb des LVG-Betriebsnetzes zur Vermeidung von Abregelungen und zum maximierten Eigenverbrauch.

Dafür wurde zunächst eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Energieinfrastrukturen, Energiebedarfe und betrieblichen Randbedingungen durchgeführt. Diese hat ergeben, dass das LVG Köllitsch als tierhaltender Agrarbetrieb hohe Einsparpotenziale, sowohl durch klassische Effizienzmaßnahmen als auch durch ein autonomes Lastmanagement zur Eigenstromnutzung, aufweist.

Es wurde eine professionelle betriebsinterne Stromverbrauchsmessung an den Netzanschlusspunkten des Innen- und Tierhaltungsbereichs installiert. Dadurch konnte bestehender Handlungs- und Optimierungsbedarf im betrieblichen Stromnetz erkannt und Potenziale für eine zeitliche Lastverschiebung identifiziert werden.

Mittels Energiesystemmodellierungen wurde das bestehende System analysiert und durch die Beantwortung relevanter Teilfragen eine Festlegung der optimalen Anlagenkombination getroffen. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass sich durch die APVA inkl. Batteriespeicher der Netzbezug wesentlich verringern kann. Weiterhin können die Überschuss-Strommengen aus den APVA gut für die Erzeugung von Wärme, welche ganzjährig für die Tierhaltung benötigt wird, genutzt werden (sog. Sektorenkopplung Wärme).

Darüber hinaus wurden ein Weiterbetriebskonzept für die Bestands-Biogasanlage nach Auslaufen des bisherigen EEG-Vergütungszeitraums erarbeitet sowie eine kleine Wasserstoff-Demonstrationsanlage dimensioniert und das Notstromkonzept angepasst.

Aufbauend auf o. g. Voruntersuchungen erfolgte die Erarbeitung eines Konzeptes für die Umsetzung des EMS unter Berücksichtigung der vorhandenen und zukünftigen Lastverschiebungspotenziale. Dieses kann in zehn voneinander unabhängigen und nicht aufeinander aufbauenden Projektstufen umgesetzt werden.

Durch die Installation eines EMS wird das LVG Köllitsch in die Lage versetzt, nicht nur von der nachhaltigen Energieversorgung aus Eigenerzeugung durch die Anlagen selbst zu profitieren, sondern auch die

dabei auftretenden Energieströme detailliert zu erfassen, auszuwerten, zu steuern und die Anlagen für Demonstrationszwecke zu verwenden. Zudem können beim schrittweisen Aufbau des EMS die Auswirkungen der einzelnen Schritte nachvollzogen und Prognosen für die nächsten Schritte getroffen werden.

1 Einleitung

Energieeffizienz, Lastmanagement und ein hoher Eigennutzungsgrad erneuerbarer Energien werden auf landwirtschaftlichen Betrieben zunehmend zum wirtschaftlichen Vorteil. Ein autonomes Energiemanagementsystem kann diese drei Ziele in Einklang bringen.

Ziel des vorliegenden Projektes war folglich die Bestandsaufnahme und Konzepterstellung für ein autonomes Energiemanagementsystem in der Praxis an einem komplexen Beispiel, dem Lehr- und Versuchsgut (LVG) Köllitsch.

Das LVG Köllitsch ist für Sachsen der zentrale Standort für die Durchführung der überbetrieblichen Ausbildung für landwirtschaftliche Ausbildungsberufe und für die Fort- und Weiterbildung von landwirtschaftlichen Praktikern, Beratern und Studenten. Darüber hinaus werden am LVG landwirtschaftliche Versuche und Erprobungen sowie Demonstrationen einer nachhaltigen und umweltgerechten Landwirtschaft durchgeführt. Der Schwerpunkt des Betriebs liegt auf Ackerbau, Rinder-, Schweine- und Schafhaltung.

Anlass zu dieser Forschungsfrage war die Errichtung von zwei Agri-Photovoltaik-Anlagen (APVA) auf den Flächen des LVG Köllitsch. Auf der Weidefläche »Barbaragarten« werden hierfür ein Zaun aus senkrecht stehenden bifazialen Photovoltaikmodule und das Dach eines Weideunterstandes mit einer Leistung von 54 kWp und einem Batteriespeicher von 32 kWh bei einer Leistung von 30 kW errichtet. Diese Anlage wird an den Innenbereich des LVG, der den Wohn- und Verpflegungsbereich für die Auszubildenden und den Verwaltungsbereich des LVG umfasst, angeschlossen. Dieser hat einen Niederspannungsanschluss.

Die zweite APVA wird auf dem Ackerland »Goldbreite« mit einer Leistung von 407 kWp und einem Batteriespeicher von 164 kWh und 184 kW Leistung gebaut. Sie besteht aus mehreren parallelen Reihen von bifazialen Photovoltaikmodulen, die ebenfalls horizontal und in Ost-West-Ausrichtung gebaut werden sollen. Die Anlage wird an den Tierhaltungsbereich angeschlossen, der einen Anschluss an das Mittelspannungsnetz hat.

Bei beiden APVA ist die Einspeisung ins öffentliche Stromnetz aus förderrechtlichen Gründen ausgeschlossen. Hieraus ergab sich der Bedarf einer maximierten Eigenstromnutzung und damit auch der Bedarf eines EMS zur Steuerung der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs.

Es ist geplant, das entwickelte Konzept in Folgeprojekten schrittweise umzusetzen, um die Funktionsweise und mögliche Problemfelder eines Energiemanagementsystems in einem Landwirtschaftsbetrieb zu erforschen.

2 Recherche der Datengrundlage

Zunächst wurden die jährlichen Stromverbrauchsmengen, Wärmeverbrauchsmengen und Lastgänge des Innen- und Tierhaltungsbereichs aus den verschiedensten Datenquellen zusammengetragen, so z. B. die Messdaten der Gebäudeleittechnik und des Energieversorgers. Auf diese Weise konnten am LVG die relevanten Energieerzeugungs- und -verbrauchsdaten erfasst und erster Optimierungsbedarf, u. a. eine erforderliche Überarbeitung der vorhandenen Mess-Infrastruktur, identifiziert werden. Außerdem wurden die entsprechenden energieverbrauchenden Anlagen und die energierelevanten betrieblichen Zusammenhänge in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Fachverantwortlichen ermittelt. Teilweise wurden Informationen aus dem Bericht des in 2017 durchgeführten Energieaudits entnommen.

Mithilfe dieser Daten konnten in einem zweiten Schritt mittels Energiesystemmodellierung die potenzielle Eigenenergienutzung und die optimierte Kombination aus Speichern und möglichen weiteren Photovoltaikanlagen (PVA) durch den Projektpartner FI Freiberg Institut GmbH berechnet und simuliert werden (siehe Kapitel 3).

Zur Erstellung eines autonomen Energiemanagementsystems bedarf es genauer Kenntnisse der Lastgänge. Hierfür wurden sekundliche Stromverbrauchsmessungen an insgesamt vier Punkten im Stromnetz durch den Projektpartner BEDM green GmbH durchgeführt, visualisiert und analysiert.

3 Modellierung verschiedener Varianten des Energiesystems »LVG Köllitsch«

Wie bereits in der Einleitung erläutert, dürfen die APVA keinen Strom einspeisen. Überschussstrom, der nicht direkt verbraucht werden kann, soll in Batteriespeichern gespeichert oder über geeignete Wege der Sektorenkopplung, d. h. durch Umwandlung in gut speicherbare Wärme oder chemische Energie (Warmwasser oder Wasserstoff), genutzt werden. Folgende Szenarien ergaben sich daraus (siehe Abbildung. 1.)

	Variante 1 „Status Quo“ (2025) <i>Statisch</i>	Variante 2 „Zukunftsausblick“ (2030) <i>Statisch</i>	„Zukunftsausblick“ (2030) <i>Flexibel (durch EMS)</i>
PV 	APV „Goldbreite“ 407 kWp (Tierhaltungsbereich) APV „Barbaragarten“ 54 kWp (Innenbereich)	<u>Variante 1</u> <i>+ weitere, sinnvolle PV-Anlagen</i>	<u>Variante 2</u> <i>+ Abregelung durch EMS reduzieren</i>
Stromverbraucher 	Historische Lastgänge (Referenzjahre 2021-2023))	<u>Variante 1</u> <i>+ Integration weiterer Verbraucher</i> (neue Gebäude/Anlagen)	<u>Variante 2</u> <i>+ Flexibilisierungspotential weiterer Verbraucher nutzen</i>
Batteriespeicher 	Batteriespeicher für APV „Goldbreite“ (164 kWh/184 kW) Batteriespeicher: APV „Barbaragarten“ (32 kW/30 kW)	<u>Variante 1</u> <i>+ Integration weiterer Batteriespeicher</i> (zur Eigenverbrauchserhöhung)	<u>Variante 2</u> <i>+ Flexibilisierungspotential des Batteriespeichers nutzen</i>

Abbildung 1: Varianten der Entwicklung des Energiesystems Köllitsch (Quelle: BEDM 2025)

Diese Varianten wurden durch den Projektpartner FI Freiberg Institut GmbH in der firmeneigenen Software »Edgar« abgebildet. Damit können komplexe Energiesysteme im Strom-, Wärme- und Wasserstoffbereich unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Variablen und Randbedingungen berechnet und optimiert werden. Auf Basis der Simulationsergebnisse erfolgte ein umfangreicher Variantenvergleich zur Ermittlung einer Vorzugsvariante.

Die in Variante 1 genannten weiteren bzw. geplanten Verbraucher umfassten eine Erntegutttrocknung, eine Gülle-Separationsanlage, eine Anlage für die Nährstofftrennung des Silosickersaftes und eine an das Erzeugungsprofil angepasste Beladung des vorhandenen E-Hofladers. Der durch diese Anlagen zusätzliche Stromverbrauch war sehr gering im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch (Anstieg von 2,3 bis 2,6 %, je nach Bezugsjahr). Somit wurde eine Aufspaltung der Variantenrechnungen (mit oder ohne zusätzlichen Verbraucher) nicht durchgeführt.

3.1 Variantenvergleich: PV-Anlagen und Batteriespeicher

Die Hauptvarianten wurden in verschiedene Untervarianten aufgeteilt, die sich in der Anzahl, Leistung und ggf. Speicherkapazität zusätzlicher Dach-PV-Anlagen und Batteriespeicher unterscheiden (siehe Abbildung 1, Variante 1).

Für die Simulation des Status Quo (Variante 1) wurden historische Daten der Lastgänge (15-Minuten-Werte, Gesamtstromverbrauch des Innen- bzw. Tierhaltungsbereichs) von drei Referenzjahren (2021-2023) verwendet. Im Sinne des Projektziels, einer möglichst hohen Eigenstromnutzung, wurde das Verbrauchsprofil des Jahres 2021 mit dem höchsten Jahresenergieverbrauch für die Simulation der Varianten 2 und 3 herangezogen.

Tabelle 1 und Tabelle 2 im Anhang zeigen die Simulationsergebnisse der einzelnen Untervarianten jeweils für den Innen- und Tierhaltungsbereich. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Kombination mit weiteren Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien und unterschiedlicher Anzahl Batteriespeicher.

Es zeigt sich, dass im Innenbereich mit der geplanten Größe der APVA sowie des Batteriespeichers bereits die optimale Ausführungsvariante entsprechend der Menge und Charakteristik des Stromverbrauchs vorgesehen ist. Der APVA-Strom wird voraussichtlich zu 96 % selbst genutzt, nur 4 % müssen abgeregelt werden. Damit versorgt sich der Innenbereich zu rund 25 % seines Strombedarfs aus der eigenen APVA (54 kWp) inkl. eines Batteriespeichers (32 kWh).

Im Tierhaltungsbereich liegt die optimale Ausgestaltung bei der geplanten APVA von 407 kWp mit einem weiteren Batteriespeicher, also 2 x 164 kWh. Der zweite, ursprünglich nicht vorgesehene Batteriespeicher erreicht 185 Volllastzyklen pro Jahr und damit eine gute Ausnutzung. Jede zusätzliche Erweiterung der Batteriekapazität ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu empfehlen. Der Tierbereich kann somit einen Eigenverbrauchsanteil des APVA-Stroms von ca. 83 % erreichen (nur ca. 17 % des erzeugten Stroms muss abgeregelt werden) und der Netzbezug sinkt rechnerisch auf 55 %. Ein Teil dieses verbleibenden Netzbezugs soll zukünftig (nach 2030) über die Bestands-Biogasanlage (BGA) des LVG abgedeckt werden.

3.2. Sektorenkopplung Wasserstoff (Nutzung des Überschussstroms)

Selbst erzeugte und nicht nutzbare elektrische Energie (Überschussstrom) kann über eine Sektorenkopplung genutzt werden. Dazu wird die Elektroenergie in Wärmeenergie oder chemische Energie (z. B. Wasserstoff) überführt.

Im Innenbereich ist dies nicht sinnvoll, da kaum Überschüsse vorliegen. Im Tierhaltungsbereich wurden beide Verwendungswege der Sektorenkopplung betrachtet. Die Wärmeerzeugung aus Strom über Heizstäbe oder Elektrodenkessel ist verglichen mit der Wasserstoffproduktion mit deutlich geringeren Investitionen je kW elektrischer Leistungsaufnahme verbunden. Überschüsse fallen überwiegend in den Sommermonaten mit geringerem Wärmebedarf an. Somit wurde zunächst die Wasserstoffherzeugung dimensioniert und anschließend mit den verbleibenden Strommengen die Sektorenkopplung Wärme betrachtet. Außerdem wird so eine möglichst hohe Auslastung des Elektrolyseurs gewährleistet, um die Amortisation der verhältnismäßig hohen Investitionskosten zu unterstützen.

Für die Sektorenkopplung Wasserstoff wurde eine zusätzliche Dach-PV-Anlage (30 kWp, Ost-West-Ausrichtung, 12 ° Neigungswinkel für bessere Eigenstromverwendung) auf dem Ersatzneubau der Lehrwerkstatt Milch in die Berechnungen miteinbezogen.

Wasserstoff kann je nach Bedarf entweder zur Rückverstromung eingesetzt oder als Kraftstoff verwendet werden. Die Verwendung als Kraftstoff ist aufgrund der berechneten geringen Wasserstoffmengen ökonomisch nicht sinnvoll.

Die Sektorenkopplung Wasserstoff sollte generell als saisonaler Speicher dimensioniert werden, da für Stunden- oder Tagespeicherung Batteriespeicher die kosten – und energieeffizientere Alternative sind. Die saisonale Speicherung von erneuerbarem Strom als Wasserstoff ist noch nicht Stand der Technik und könnte im kleinen Rahmen für den landwirtschaftlichen Bereich am LVG demonstriert werden.

Es wurde ein Großbehälterspeicher ohne Verdichter mit einem Speicherdruck von 37 bar eingeplant.

Der Vergleich von drei Ausgestaltungsoptionen der Wasserstofflösung in Tabelle 3 im Anhang zeigt: die minimale Demonstrationsanlage zur saisonalen Speicherung von Solarenergie über die Sektorkopplung Wasserstoff ist die teuerste Option hinsichtlich der Wasserstoffgestehungskosten (€/kg Wasserstoff), jedoch die günstigste Option hinsichtlich der Gesamtkosten bei angenommenen 25 Jahren Betrieb. Daher und aufgrund ihrer Nutzung als saisonaler Speicher wurde diese Variante für das LVG Köllitsch ausgewählt. Die von Elektrolyseur und Brennstoffzelle bereitgestellte Abwärme ist zu gering für eine weitere Betrachtung im Rahmen der Wärmeberechnungen.

3.3 Sektorenkopplung Wärme (ohne und mit Sektorenkopplung Wasserstoff)

Auf Grundlage der Wärmelastprofile und der Verläufe des Überschussstroms aus der APVA nach Eigenstromnutzung und Sektorenkopplung Wasserstoff wurden Möglichkeiten zur Nutzung dieses Stroms für

die Bereitstellung von Wärme untersucht. Die Wärmebereitstellung im Tierhaltungsbereich erfolgt zurzeit hauptsächlich aus der Abwärme des Biogas-BHKWs und wird bei Bedarf durch konventionelle Wärmeerzeuger (Pellet- und Gaskessel) unterstützt.

Dafür wurden A) Wärmepumpen und B) Heizstäbe als Technologien für die Erzeugung von Warm- bzw. Heißwasser betrachtet. Zwei Stromüberschussvarianten wurden gerechnet: a) ohne und b) mit vorrangiger Nutzung des Stroms für die Wasserstofferzeugung (Sektorenkopplung Wasserstoff). Die Berechnungen erfolgten entsprechend des Projektzieles zur Optimierung hinsichtlich maximaler Eigenstromnutzung und damit minimaler Abregelung von eigenerzeugter Elektroenergie.

Es zeigte sich, dass durch die Verwendung von Wärmepumpen so hohe Wärmemengen erzeugt werden können, dass diese nur durch saisonale Speicher (großvolumige Erdwärmespeicher) genutzt werden könnten. Diese werden aufgrund des Investitions- und Flächenbedarfs nicht in Betracht gezogen.

Die Simulationsergebnisse ergaben weiterhin, dass das BGA-BHKW stromgeführt, d. h. orientiert am betrieblichen Strombedarf, zu betreiben ist. So kann ein handelsüblicher Warmwasserspeicher moderater Größe (40 m³ Volumen und 1800 kWh Speicherkapazität) und mehrere Heizstäbe mit elektrischer Leistungsaufnahme von insgesamt 250 - 300 kW ausreichen, damit nur noch 2,5 % der Gesamterzeugung der APVA (Variante 2.1: statischer Zukunftsausblick 2030 mit APVA Goldbreite und PV auf der LWS Milch sowie 328 kWh Batteriespeicher) abgeregelt werden müssen. Diese Variante erreicht damit die höchste Eigenstromnutzung und wurde für die Umsetzung ausgewählt.

3.4 Die Nutzung der (Bestands-)Biogasanlage zur flexiblen Eigenstromerzeugung

Im Rahmen des Projektes wurde auch die Frage bearbeitet, inwieweit die 2009 in Betrieb gegangene Bestands-BGA (104 kW_{el}, Bestands-BGA) nach ihrem Ausscheiden aus der EEG-Vergütung zum 01.01.2030 im Rahmen des Energiemanagements eine Rolle spielen kann. Die BGA dient als Forschungs- und Demonstrationsanlage im Rahmen der überbetrieblichen Ausbildung. Nicht zuletzt soll sie als Hauptwärmequelle für den Tierhaltungsbereich erhalten bleiben. Dafür sind bis Ende 2029 umfangreiche Rekonstruktions- und Erweiterungsarbeiten an Fermenter und Gärrestlagern erforderlich.

Der erzeugte Strom wird aufgrund der EEG-Konditionen zurzeit vollständig ins öffentliche Netz eingespeist. Anhand der Messungen im Rahmen dieses Projektes (vgl. Abschnitt 4.1.2.2) und den sonstigen Randbedingungen ergibt sich die Umnutzung als Güllekleinanlage im Sinne des § 88b EEG 2025. Dieser Status berechtigt zur kompletten oder teilweisen Eigennutzung der erzeugten Elektroenergie und Wärme. Die Direktvermarktung von Überschüssen ist möglich.

Die gegenwärtigen Planungen sehen vor, die BGA wie bisher zu betreiben (mesophiler Betrieb, sehr hoher Wirtschaftsdüngeranteil). Die Betriebsweise von zurzeit sehr kontinuierlichem Biogas-BHKW-Betrieb soll auf hochflexible Fahrweise entsprechend des Residualstrombedarfs des Tierhaltungsbereichs bzw. entsprechend den Anforderungen der Strom-Direktvermarktung umgestellt werden. Dafür ist geplant, die installierte elektrische Leistung auf 150 kW(el) zu erweitern. Im Zuge dessen soll ein schwarzstartfähiges, inselbetriebsfähiges BHKW angeschafft werden, wodurch die Notstromversorgung des Tierhaltungsbereiches gestärkt wird.

Aus dem Projekt GAZELLE (Barchmann et al. 2021) ist bekannt, dass der Betrieb unter tageszeitlich (oder jahreszeitlich) schwankender Fütterung und die entsprechend schwankende Gaserzeugung realisierbar sind, wodurch eine Verlegung des Energieverbrauchs der BGA (vor allem bei der Beschickung mit Substrat) in Zeiten hoher APVA-Erzeugung möglich ist. So wird aus der aktuell kontinuierlich betriebenen EEG-Volleinspeiseanlage ein wichtiger Bestandteil des geplanten EMS, der die verlässliche Versorgung des LVGs mit regenerativer Eigenenergie (Strom und Wärme) sicherstellt.

3.5 Fazit zu den Energiekonzepten

Zusammenfassend leitet sich aus den Ergebnissen ab, dass für den Innenbereich die auf der Fläche Barbaragarten geplante APVA- und Batteriespeichergröße ideal sind. Für den Tierhaltungsbereich sind mindestens eine weitere Dach-PVA von 30 kWp (Ersatzneubau Lehrwerkstatt Milch) und eine Verdoppelung des Batteriespeichers auf 328 kWh sinnvoll (Umsetzung Variante 1.1).

Für die Sektorenkopplung Wärme ist ein Warmwasser-Wärmespeicher mit einem Nutzvolumen von 40 m³ und Heizstäben mit max. 300 kW regelbarer Leistung, z. B. 3.x100 kW, ausreichend. Dies sollte schnellstmöglich umgesetzt werden, da dies die kostengünstigste und schnellste Möglichkeit darstellt, Überschussstrom aus der APVA zu nutzen.

Für die Sektorenkopplung Wasserstoff wurde die Variante gewählt, die eine kleine Demonstrationsanlage zur saisonalen Energiespeicherung mit der Option der Nutzung auch als Tagesspeicher ermöglicht. Diese besteht aus einem 26 kW Elektrolyseur, einem 124 m³ Wasserstoffspeicher und einer 8 kW Brennstoffzelle.

Die Vergrößerung des BHKW auf 150 kW elektrisch und die Umstellung auf Eigenstromnutzung im stromgeführten hochflexiblen Betrieb ist die empfohlene Betriebsweise für die BGA nach 2029.

Nach der stufenweisen Umsetzung des erarbeiteten Energiekonzeptes und der Implementierung eines autonomen Energiemonitoring- und Lastmanagementsystems ist das LVG Köllitsch in der Lage, sich weitestgehend selbstständig mit Elektroenergie und Wärme zu versorgen.

4 Konzept eines autonomen EMS am LVG Köllitsch

Anhand von Messungen im LVG-Betriebsnetz wurde ein Monitoring der Lastgänge an den Hauptanschlusspunkten (Innenbereich: Niederspannungs-Netz, Tierhaltungsbereich: Mittelspannungs-Netz) durchgeführt, welches bereits Optimierungspotenzial im Bestandssystem offenbarte. Durch die Analyse der Messdaten unter Berücksichtigung der betrieblichen Randbedingungen wurde ein Konzept für ein EMS im Sinne eines autonomen Energiemonitoring- und –lastmanagementsystems erarbeitet.

4.1 Monitoring: Messung, Aufzeichnung und Visualisierung von Messparametern

Als wichtige Informationsgrundlage zum Aufbau eines EMS wurden neben den Energieverbrauchsdaten des Energieversorgungsunternehmens (EVU) zusätzlich durch die BEDM Green GmbH Messgeräte an folgenden Punkten des Köllitscher Stromversorgungsnetzes installiert: Allgemeinversorgung und Notstromversorgung Innenbereich, Allgemeinversorgung, Notstromversorgung und BHKW im Tierhaltungsbereich. Die Messungen erfolgten ab dem 18.12.2024 bis zum 07.04.2025. Dabei kamen jeweils ein MBS-Stromwandler und ein Leistungsmessgerät Siemens Sentron 7KM2200 PAC2200 mit hoher Präzision (Klasse 0,5S) zum Einsatz, welche Messungen im Sekundentakt erlauben.

Folgende Parameter und deren zeitliche Verläufe wurden gemessen: Frequenz (Netzstabilität), Stromstärke, Spannung, Leistungswerte (Wirk-, Schein-, Blindleistung), Leistungsfaktor Cos Phi (Bewertung der Energieeffizienz und Erkennung von Blindleistungsverlusten), Phasenversatz (Analyse der Wechselwirkungen zwischen elektrischen Lasten).

Die Messdaten wurden über ein LAN an eine EMS-Box der Firma BEDM green GmbH und von dort an eine speziell eingerichtete Projekt-Cloud zur Speicherung weitergeleitet. Über eine Software zur Visualisierung und Analyse von Daten können sämtliche relevanten Parameter in Echtzeit dargestellt werden. Im Folgenden werden einige der wichtigsten Analysen und Ergebnisse aus der Echtzeitmessung der Stromverbrauchsdaten dargestellt.

4.1.1 Netzstabilität und Abgleich der Messungen mit der Gebäudeleittechnik

Das Betriebsnetz des LVG wurde anhand der detaillierten Messungen auf evtl. bestehende Schiefasten, Phasenverschiebungen und Blindleistungen überprüft. Darüber hinaus wurden die Messungen mit denen des EVU abgeglichen und auch mit den Messungen der Gebäudeleittechnik (GLT). Dabei zeigte sich, dass die Messwerte der GLT bezüglich der Wirkleistung stark von denen des innerhalb des Projektes erhobenen Messwerten abwichen. Die Datengrundlage der GLT ist daher nicht verlässlich und kann ohne Anpassung der Messtechnik an die Erfordernisse des EMS nicht verwendet werden.

4.1.2 Analyse der Messdaten

Ziel der Strommessungen war es, die bestehenden Grundlasten, Lastmaxima und Lastminima sowie typische Muster und Wiederholungen im Stromverbrauch sowie ihre Verursacher bzw. die dahinterstehenden (Arbeits-)Vorgänge, Maschinen und Anlagen zu identifizieren.

4.1.2.1 Innenbereich

Abbildung 2 zeigt den Energieverbrauch im Wochenablauf. Sehr eindeutig sind die Werktage von Montag bis Freitag an ihren Lastspitzen bis fast 80 kW zu erkennen, während das Wochenende eine klare Grundlast bei ca. 20 kW aufweist. Im roten Kasten befindet sich ein Tag von Mitternacht bis Mitternacht.



Abbildung 2: Lastgang einer Woche im Innenbereich vom 18. bis 24.02.2025

Bei höherer Detailauflösung, wie hier in Abbildung 3 für einen beliebigen Werktag dargestellt, ist ein großer Anstieg um 10:00 Uhr vormittags erkennbar.



Abbildung 3: Im Projekt gemessener Lastgang eines Wochentags im Innenbereich des LVG

Über eine kontrollierte, schrittweise Ab- und Wiederaufschaltung von Sicherungen, bei der die Leistungsmessung parallel weiterlief, konnte die Kantine als Hauptverursacherin des Anstiegs und als Hauptverbraucherin im gesamten Innenbereich identifiziert werden. Lediglich an Tagen, an denen die Schweißlehrgänge in der Metallwerkstatt im Innenbereich stattfinden, verursachen die Schweißgeräte eine ähnlich hohe Last, wie die Küchenanlagen (i. d. R. am Nachmittag, siehe Abbildung 4, roter Kasten).

Hier werden statt den für den Innenbereich werktags üblichen 80 kW- Spitzen ab 14:00 Uhr durchaus über 100 kW-Spitzen erreicht.



Abbildung 4: Lastgang des 14.01.2025 im Innenbereich des LVG

4.1.2.2 Tierhaltungsbereich

Die Analyse eines Wochengangs im Tierhaltungsbereich, (Abbildung 5), lässt sehr klare Muster erkennen, die auf das automatische Ein- und Ausschalten von Maschinen – einzelner mit hoher Leistung oder kumuliert mehrerer Anlagen mit niedriger Leistung – im Rahmen standardisierter Arbeitsvorgänge schließen lassen. Die Grundlast liegt bei ca. 50 kW. Die Kenntnis dieser typischen Wochenmuster ist essenziell für die Planung von Lastmanagementmaßnahmen und zur Identifikation ineffizienter Verbraucher.

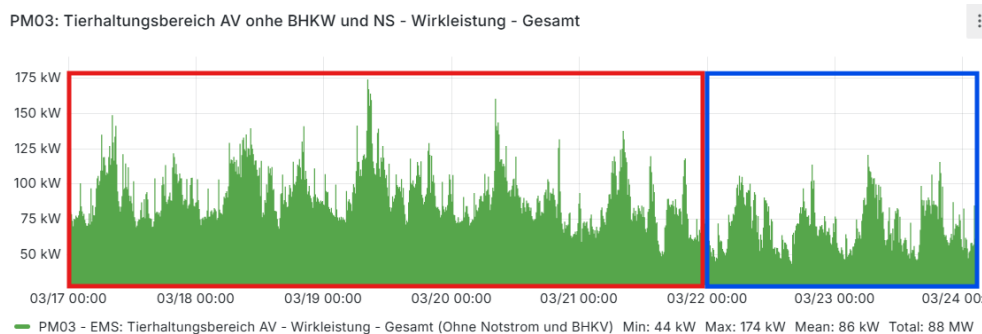


Abbildung 5: Lastgang im Tierhaltungsbereich über eine Woche, ohne BHKW und Notstrom

Innerhalb eines Tages sind im Tierhaltungsbereich Verbrauchsspitzen von ca. 20 bis 40 kW zu erkennen, die strikt regelmäßig alle zwei Stunden wiederkehren, siehe die roten Rechtecke in Abbildung 6.

PM03: Tierhaltungsbereich AV ohne BHKW und NS - Wirkleistung - Gesamt



Abbildung 6: Lastgang eines Tages im Tierhaltungsbereich, ohne BHKW und Notstrom

Diese regelmäßigen Verbrauchsspitzen werden durch die automatische Beschickung der BGA verursacht. Wenn zu diesem Zeitpunkt andere Verbraucher (Melkanlage, Milchkühlung, Tankreinigung) eingeschaltet sind, entstehen sehr hohe Leistungsspitzen von bis zu 170 kW (blaue Rechtecke). Hier ergibt sich ein großes Lastverschiebungspotenzial, indem die Beschickung der BGA in Zeiten außerhalb der Melkzeiten und in Zeiten hoher APVA-Erzeugung verlegt wird. Die technische Machbarkeit wurde im Projekt GAZELLE (Barchmann et al. 2021) nachgewiesen. Gleichzeitig zeigen die Messergebnisse, dass die BGA nach der Erhöhung der installierten Leistung auf 150 kW nach 2030 die Stromversorgung des Tierhaltungsbereichs zu den meisten Zeiten sicherstellen könnte (s. auch Abschnitt 3.4).

4.2 Erstellung der EMS-Struktur – Definitionen, Netzwerkschema, Netzwerkpläne

Die sichere Integration von Energiesystemen in ein übergeordnetes Lastmanagement sowie die Bereitstellung von Notstromfunktionen im Falle eines Netzausfalls erfordert eine Reihe technischer und systemischer Voraussetzungen, u. a. die Steuerbarkeit einzelner Verbraucher oder Erzeuger sowie die Kommunikationsfähigkeit der Systemkomponenten. Eine detaillierte Modulliste, in der alle relevanten Maschinen und Anlagen aufgeführt sind und deren genaue Rolle im EMS definiert wurde, stellt die Grundstruktur für die Umsetzung des EMS dar.

Das von BEDM green GmbH entworfene Netzwerkschema erläutert den Aufbau und die grundlegende Funktionsweise des EMS (Abbildung 7). Es zeigen sich die Ebenen mit ihren technischen Geräten (Messgeräte, Speicher, Steuerungssoftware).

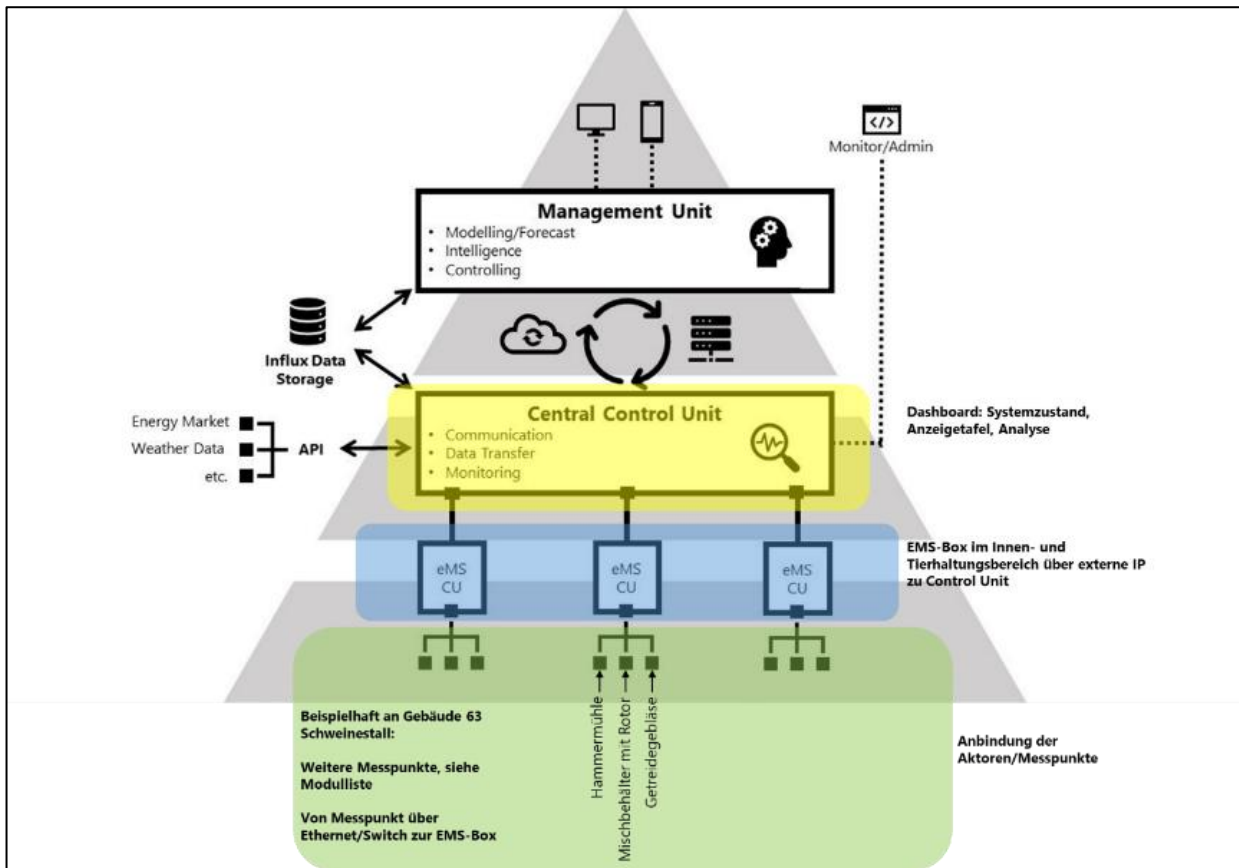


Abbildung 7: Netzwerkschema eines Energiemanagementsystems nach BEDM

Der Netzwerkplan erläutert die physische Position aller Geräte sowie ihre Verbindung untereinander inklusive Netzwerkadressen (Abbildung 8.)

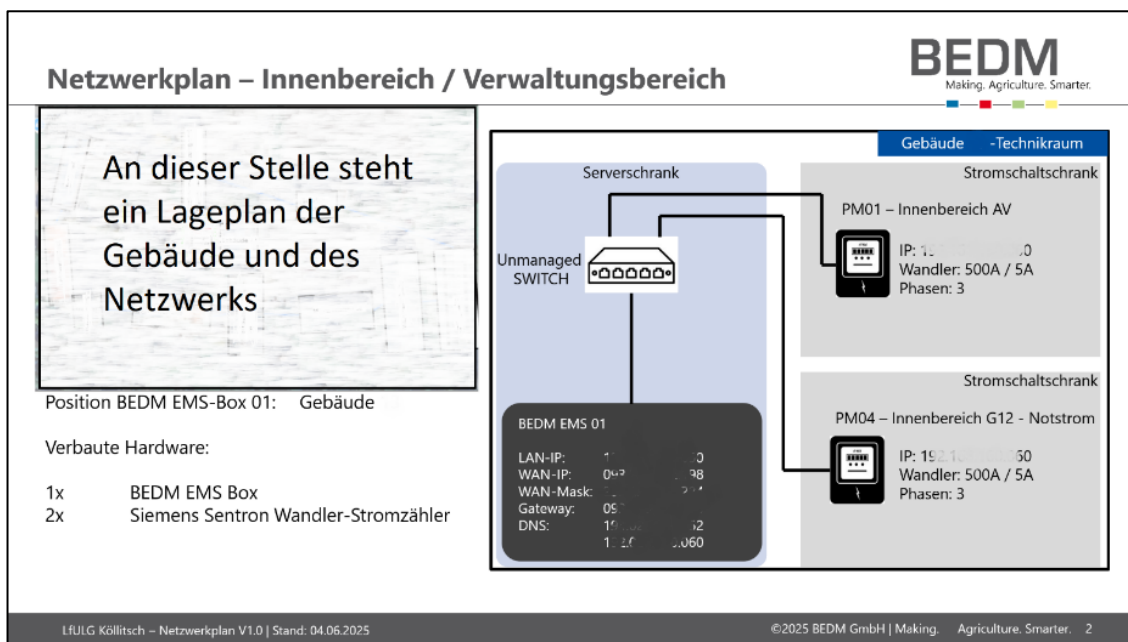


Abbildung 8: Netzwerkplan Innenbereich

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Bestandsaufnahme der Energieerzeugung und –verbräuche hat einen sehr guten Überblick über die Energiesituation des LVG Köllitsch ergeben. Als tierhaltender Agrarbetrieb hat es hohe Einsparpotenziale, sowohl durch klassische Effizienzmaßnahmen als auch durch ein autonomes Lastmanagement zur Eigenstromnutzung. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass sich durch die APVA-Anlagen inkl. Batterie der Netzbezug um 25 % (Innenbereich) bzw. um ca. 45 % (Tierhaltungsbereich) verringern kann.

Nach Auslaufen des EEG-Vergütungszeitraums (Ende 2029) kann die Bestands-BGA durch Einbindung in das EMS wesentlich zur Abdeckung des Energiebedarfs des Tierhaltungsbereichs, tageszeitlich und saisonal extrem flexibel, betrieben werden.

Überschuss-Strommengen aus der APVA können mit verhältnismäßig geringem technischem und finanziellem Aufwand für die Erzeugung von Wärme, welche ganzjährig im Tierhaltungsbereich benötigt wird, genutzt werden (sog. Sektorenkopplung Wärme). Entsprechend der Aufgaben des LVG Köllitsch kann eine kleine Wasserstoff-Demonstrationsanlage mit der hybriden Funktion eines kombinierten Tages- und Saisonalspeichers in das EMS integriert werden. So könnten im Sommer überschüssige Strommengen aus der APVA chemisch gespeichert bzw. in der sonnenarmen Jahreszeit die betriebseigene Strom- und Wärmeerzeugung unterstützt werden.

Das optimale Zukunftsszenario beinhaltet die optimierte Eigenstromversorgung über die geplanten APVA-Anlagen mittels konsequenter Lastverschiebung entsprechend der betrieblichen Randbedingungen. Durch den zukünftig hochflexiblen Betrieb der BGA (max. 150 kW (el)) sowie die Sektorenkopplung Wärme (drei Heizstäbe à 100 kW) und Sektorenkopplung Wasserstoff (Leistung Elektrolyseur 26 kW; Kapazität Wasserstoffspeicher 0,26 t, 60 bar; Leistung Brennstoffzelle 8 kW) können die Reststrommengen aus den APVA-Anlagen, welche abgeregelt werden müssen, auf ein Minimum reduziert werden.

Die durchgeführten Messungen zeigten Handlungs- und Optimierungsbedarf im betrieblichen Stromnetz und große Potenziale für eine zeitliche Lastverschiebung. Außerdem bilden sie die Grundlage für das erarbeitete Konzept für ein EMS im Sinne eines autonomen Energiemonitoring- und -lastmanagementsystems am LVG. Dieses kann in zehn Projektstufen umgesetzt werden:

- Stufe 1 Implementierung der Basisfunktionalität (Monitoring, Zählertausch, Datenintegration, Datenlogger-Integration, Aufbau Visualisierungsebene, Alarmszenarien und Regelstrukturen),
- Stufe 2 Integration der APVA (Variante 1) & Sektorenkopplung Wärme,
- Stufe 3 Umbau des Notstromsystems im Innenbereich, inkl. stationärem Notstromaggregat, sowie die Grid-Modi-Konfiguration (On-/Off-Grid, Schwarzstart) für Innen- und Tierhaltungsbereich,

- Stufe 4 Erweiterung der Speicherkapazität durch zusätzliche Batteriemodule,
- Stufe 5 Integration dezentrale Verbraucher in ein fahrplanbasiertes Lastmanagement,
- Stufe 6 Integration neuer Wärmespeicher (44 m³) für die Tierhaltung, gekoppelt mit PV-Erträgen,
- Stufe 7 Umbau und EMS-technischer Anschluss BGA, Einbindung in die Notstromarchitektur,
- Stufe 8 Entwicklung Betriebskonzept für die Wasserstoffintegration,
- Stufe 9 EMS-Integration der energierelevanten technischen Anlagen des Ersatzneubaus LWS Milch,
- Stufe 10 EMS-Integration der energierelevanten technischen Anlagen des Ersatzneubaus LWS Schwein.

Aus diesen Ergebnissen wurden darüber hinaus Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet, welche in Anhang 2 zu finden sind.

Anhang 1: Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Variantenvergleich Innenbereich

Innenbereich 2021	Variante 0	Variante 1.0		Variante 1.1		Variante 2.0		Variante 2.1		Variante 2.2		Variante 2.3	
Stromverbrauch (aus Lastgang)	230.250	230.250	kWh	230.250	kWh	230.250	kWh	230.250	kWh	230.250	kWh	230.250	kWh
BS-Kapazität	0	32	kWh	64	kWh	32	kWh	64	kWh	164	kWh	328	kWh
PV-Ertrag Gesamt	0	58.862	kWh p.a.	58.862	kWh p.a.	561.725	kWh p.a.	561.725	kWh p.a.	561.725	kWh p.a.	561.725	kWh p.a.
Netzbezug	230.250	173.440	kWh p.a.	172.310	kWh p.a.	103.940	kWh p.a.	92.660	kWh p.a.	58.780	kWh p.a.	35.220	kWh p.a.
Eigenverbrauch	0	56.810	kWh p.a.	57.940	kWh p.a.	126.310	kWh p.a.	137.590	kWh p.a.	171.470	kWh p.a.	195.030	kWh p.a.
Eigendeckungsgrad durch PV/Batterie	0	24,7%		25,2%		54,9%		59,8%		74,5%		84,7%	
Anteil Netzbezug	100,0%	75,3%		74,8%		45,1%		40,2%		25,5%		15,3%	
Netzeinspeisung	0	2050	kWh p.a.	920	kWh p.a.	435.410	kWh p.a.	424.130	kWh p.a.	390.260	kWh p.a.	366.680	kWh p.a.
EVA	0	96,5%		98,4%		22,5%		24,5%		30,5%		34,7%	
ANE	0	3,5%		1,6%		77,5%		75,5%		69,5%		65,3%	

Tabelle 2: Variantenvergleich Tierhaltungsbereich

Tierhal- tungsbe- reich 2021	Vari- ante 0	Variante 1.0		Variante 1.1		Variante 1.2		Variante 1.3		Variante 2.0		Variante 2.1		Variante 2.2		Variante 2.3	
Stromver- brauch (aus Last- gang)	813.240	813.240	kWh	813.240	kWh	813.240	kWh	813.240	kWh	831.690	kWh	831.690	kWh	831.690	kWh	831.690	kWh
BS-Kapazi- tät	0	164	kWh	328	kWh	492	kWh	656	kWh	164	kWh	328	kWh	492	kWh	656	kWh
PV-Ertrag Gesamt	0	453.690	kWh p.a.	453.690	kWh p.a.	453.690	kWh p.a.	453.690	kWh p.a.	478.360	kWh p.a.	478.360	kWh p.a.	478.360	kWh p.a.	478.360	kWh p.a.
Netzbezug	813.240	489.510	kWh p.a.	459.070	kWh p.a.	433.480	kWh p.a.	417.150	kWh p.a.	491.640	kWh p.a.	460.080	kWh p.a.	433.710	kWh p.a.	415.970	kWh p.a.
Eigenver- brauch	0	323.730	kWh p.a.	354.170	kWh p.a.	379.760	kWh p.a.	396.090	kWh p.a.	340.050	kWh p.a.	371.610	kWh p.a.	397.980	kWh p.a.	415.720	kWh p.a.
EDG durch PV/Batte- rie	0	39,8%		43,6%		46,7%		48,7%		40,9%		44,7%		47,9%		50,0%	
Anteil Netzbezug	100,00%	60,2%		56,4%		53,3%		51,3%		59,1%		55,3%		52,1%		50,0%	
Netzein- speisung	0	129.960	kWh p.a.	99.520	kWh p.a.	73.940	kWh p.a.	57.600	kWh p.a.	138.320	kWh p.a.	106.750	kWh p.a.	80.380	kWh p.a.	62.640	kWh p.a.
EVA	0	71,4%		78,1%		83,7%		87,3%		71,1%		77,7%		83,2%		86,9%	
ANE	0	28,6%		21,9%		16,3%		12,7%		28,9%		22,3%		16,8%		13,1%	

Tabelle 3: Szenarienvergleich Sektorkopplung Wasserstoff

	Szenario 1: minimale Demonstrationsanlage mit saisonaler Speicherung	Szenario 2: maximale Dimensionierung des Elektrolyseurs bei Verwendung eines Großbehälterspeichers und regelmäßigem Verbrauch des Wasserstoffs	Szenario 3: optimale Dimensionierung der Brennstoffzelle und der Pufferspeicher bei regelmäßigem Verbrauch des Wasserstoffs bei 100 kW Elektrolyse
Elektrolyseurleistung in kW	26	60	100
Volllaststunden Elektrolyseur	775	959	890
Auslastung Elektrolyseur in %	8,82	10,9	10
Leistung Brennstoffzelle in kW	8	8	84
Auslastung Brennstoffzelle in h/a	624	1783	298
Auslastung Brennstoffzelle in %	7,81	22,32	3,73
Speicherart	Großbehälterspeicher	Großbehälterspeicher	Pufferspeicher
Anzahl Behälter	1	1	12
Volumen pro Behälter in m ³	124	124	0,85
Funktion der Anlage	Auffüllen und Speichern (>2 Monate)	flexibles tägliches Füllen und Rückverstromen des Wasserstoffs	flexibles tägliches Füllen und Rückverstromen des Wasserstoffs
Substitution des residualen Netzbezugs in %	1,96	3,92	6,55
ungenutzte Überstrommenge in %	83	52	27
Kosten pro kg Wasserstoff in Euro	47,85	21,73	18,86
Erzeugter Wasserstoff in t/a	0,36	1,01	1,57
Investitionskosten in EUR	372.000	440.000	495.000
Betriebskosten (über 25 Jahre) in EUR	54.000	113.000	243.000

Anhang 2: Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die landwirtschaftliche Praxis

Der erste Schritt im Energiemanagement muss für jeden Betrieb die Erfassung:

- 1.) des aktuellen Energieverbrauchs,
- 2.) der aktuellen Energieerzeugung sowie der wichtigsten
- 3.) erzeugenden und
- 4.) verbrauchenden Anlagen und Maschinen im Betrieb sein.

Das Energieversorgungsunternehmen (EVU) liefert für den Strom die Jahresverbrauchssumme und oft auch den Lastgang, d. h. den »Stromverbrauchs-Verlauf«, z. B. mit Werten in 15-Minuten-Intervallen über ein Jahr. Bei der Wärme muss der Verbrauch aus den Wärmezählern (Fernwärme) abgelesen oder über den Verbrauch der entsprechenden Energieträger (Holzhackschnitzel, Pellets, Gas, Heizöl, ...) geschätzt werden.

Erzeugungsmengen (z. B. Strom aus einspeisenden PV- oder Biogasanlagen) werden i. d. R. durch die Anlagensteuerung erfasst und können ausgelesen werden.

Am Ende dieses Arbeitsschrittes liegt ein Überblick über den Status quo der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs vor, der bereits erste Optimierungspotenziale offenbart und die Basis sämtlicher betrieblichen EMS darstellt. Anhand der vorhandenen Daten können bereits Berechnungen zur aktuell möglichen Eigenstromnutzung, aber auch zur Zuschaltung optimierter weiterer EE-Anlagen und –Speicher durchgeführt werden.

Erst für noch detailliertere Analysen, insbesondere zum Ziel der Programmierung eines Energieströme steuernden EMS mit Lastverschiebungen, Lastabwürfen etc., werden zusätzliche Verbrauchsmessungen mit entsprechend geeigneten Messsystemen (i. d. R. IEC Klasse I) nötig.

Indem die Erzeugungskurven von EE-Anlagen (PV oder Biogas, vorhandene Daten bestehender Anlagen oder Simulationsergebnisse für geplante Anlagen) mit dem Jahresgang des Energieverbrauchs saldiert werden, lassen sich Potenziale zur Eigenstromnutzung abschätzen. Die Erzeugung und der Verbrauch geplanter, zukünftiger Anlagen und Maschinen können mithilfe entsprechender Software simuliert werden. Auf diese Weise ist eine optimale Dimensionierung der jeweiligen Energieerzeugungs- und Speicheranlagen über die Kennzahlen Eigenverbrauchsanteil (Eigenverbrauch an der selbst erzeugten Gesamtstrommenge) sowie Eigendeckungsgrad (Anteil des Eigenstroms am Gesamtstromverbrauch) und Netzbezug (Anteil des Netzstroms am Gesamtstromverbrauch) möglich. Online ist entsprechende

Software zur PV-Potenzialabschätzung als Freeware verfügbar. Für Sachsen existiert auch ein Solarkataster des Landes: <https://www.energie.sachsen.de/solarkataster-sachsen-4832.html>.

Die Sektorenkopplung Wasserstoff ist aktuell zu teuer und gleichzeitig technisch aufwendig, sodass sie jetzt und in naher Zukunft für die allerwenigsten Praxisbetriebe interessant sein dürfte. Langfristig kann Wasserstoff, insbesondere bei zukünftig sinkenden Kosten, z. B. durch serielle Fertigung von entsprechenden Anlagen und Speichern, eine vielversprechende Variante zur saisonalen Energiespeicherung sein (Rueter, G. 10.05.2024, auf: <https://www.dw.com/de/sommerw%C3%A4rme-f%C3%BCr-den-winter-welche-speicher-gibt-es/a-68778377>).

Die Sektorenkopplung Wärme kann in Landwirtschaftsbetrieben mit einem ganzjährig hohen Wärmeverbrauch (z. B. Milchvieh, Veredlung, Trocknung) eine äußerst lohnenswerte Nutzung des Eigenstroms sein. Die wichtigsten Technologien hierfür sind Wärmepumpe oder Heizstab. Es ist sinnvoll, die zeitlichen Verläufe der Wärmelast mit der ggf. bereits vorhandenen (Ab)Wärme und den Zeiträumen des erneuerbaren Stromüberschusses abzugleichen, um die Anlagenkomponenten auszulegen und eine fundierte Investitionsentscheidung zu treffen. Auch der Neubau bzw. die Erweiterung eines Warmwasserspeichers sind i. d. R. lohnenswert.

Professionelle Leistungsmessgeräte können nicht nur den Stromverbrauch in sekundengenauer Auflösung messen, sondern überwachen ebenfalls weitere Parameter, die auch sicherheitsrelevante Auskünfte über das betriebseigene Stromnetz geben. Ein Beispiel ist die Netzfrequenz, welche ein Indikator für die Netzstabilität ist. Die Erstellung eines Energiemanagementsystems erfordert eine genaue Analyse der gegebenen Lastgänge, -minima, -maxima sowie die Erstellung von Netzwerkplänen entsprechend der vorhandenen und ggf. geplanten betrieblichen Anlagen.

Literaturverzeichnis

- BARCHMANN ET AL. (2021): Ganzheitliche Regelung von Biogasanlagen zur Flexibilisierung und energetischen Optimierung – GAZELLE, DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum), Endbericht, Projektnummer 3230055
- BEDM (2025): Bericht zur Voruntersuchung: Integration eines Energiemanagementsystems in LfULG LVG Köllitsch; Abschlussbericht
- SIB (Sächsisches Immobilien und Baumanagement): Lastgänge des Stromverbrauchs 2021, 2022, 2023 des LVG Köllitsch gemäß Abrechnung des Energieversorgers
- FIRMA SAUTER: Abgelesene monatliche Strom und Wärmewerte aller Haupt und Unterzähler des LVG Köllitsch 2021, 2022, 2023, 2024

Herausgeber

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: +49 351 2612-0; Telefax: +49 351 2612-1099

E-Mail: Poststelle@lfulg.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autorinnen und Redaktion

Maria Kucka, Kristin Boblenz

Referat 71

Waldheimer Straße 230, 01683 Nossen

Telefon: +49 35242 631 7110

E-Mail: Maria.Kucka@lfulg.sachsen.de

Bildnachweis

Titelbild: LfULG, Überarbeitung Maria Kucka

Redaktionsschluss

29.09.2025

Hinweis

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom LfULG (Geschäftsbereich des SMUL) kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Täglich für ein gutes Leben.

www.lfulg.sachsen.de