

Strom speichern, Eigenverbrauch steigern

Technik – Auslegung – Kosten

KTBL-Heft 110



Fachliche Begleitung

KTBL-Arbeitsgruppe „Einsatz von Stromspeichertechnologien im landwirtschaftlichen Betrieb“

Johannes Graf | Josef Neiber | Matthias Puchta | Dr.-Ing. Gerd Reinhold (Vorsitz) |
Theodor Remmersmann | Diedrich Wilms

Die Anschriften der Mitwirkenden sind im Anhang aufgeführt.

Die Informationen der vorliegenden Publikation wurden vom KTBL und den Autoren nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen jedoch keine Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

© KTBL 2016

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | Fax +49 6151 7001-123 | E-Mail ktbl@ktbl.de
vertrieb@ktbl.de | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189
www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Redaktion

Stefan Hartmann | KTBL, Darmstadt

Satz

Serviceteam Herstellung | KTBL, Darmstadt

Titelfoto

© Eyematrix | www.fotolia.com

Druck und Bindung

Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-945088-16-6

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Stromerzeugung und -verbrauch.	7
2.1	Erzeugung aus Sonne und Wind.	7
2.2	Typische Lastprofile aus Landwirtschaft und Gartenbau	11
2.3	Eigenverbrauch ohne Speicher unter Berücksichtigung von Lastmanagement	15
3	Speicherung von selbst erzeugtem Strom	21
3.1	Grundlagen der Stromspeicherung	21
3.2	Speicherparameter.	23
3.3	Aufbau und Integration von Speichersystemen.	25
3.4	Anforderungen an den Aufstellungsort.	29
3.5	Technologievergleich – Lithium oder Blei?	30
3.6	Auswahl und Auslegung des Speichers.	34
3.7	Wirtschaftlichkeit	39
4	Schlussbetrachtung.	43
	Literatur.	44
	Anhang	46
	Weiterführende Informationen.	48
	Mitwirkende.	49

1 Einleitung

Die Stromerzeugung aus regenerativen Quellen ist in vielen landwirtschaftlichen Betrieben zu einem zusätzlichen Standbein geworden. Seitdem die Einspeisevergütung für Strom aus Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) unter den Bezugsstrompreis gefallen ist (Abb. 1), ist der Eigenverbrauch im Vergleich zur Stromeinspeisung wirtschaftlich interessanter geworden.

Für die Erzeugung von Strom zur eigenen Nutzung (Eigenverbrauchsstrom) aus erneuerbaren Energiequellen kommen für den Landwirt und Gärtner in erster Linie Sonne und Wind infrage, da die Stromerträge von PV-Anlagen und kleinen Windenergieanlagen relativ gut zu den Betrieben passen und die Vergütungen oft deutlich unter den Preisen für den Strombezug liegen. Große Windenergieanlagen, PV-Freiflächenanlagen und Biogasanlagen werden oft als eigene Gesellschaften abseits des Betriebsstandortes betrieben und sind auch bedingt durch die Größe nur selten als Eigenverbrauchsanlagen geeignet.

Strom aus Sonne und Wind fließt nicht kontinuierlich, er wird deshalb als volatil bezeichnet. Zudem ist der Strombedarf in den meisten Fällen tages-, jahreszeit- und witterungsabhängig. Stromerzeugung und Strombedarf müssen in der Regel aufeinander abgestimmt werden, um einen hohen Eigenverbrauch zu erzielen. Die einfachste Methode hierzu ist, den Strombedarf in die Zeiten zu verlagern, in denen ein Überschuss an selbst erzeugtem Strom besteht. Dies ist

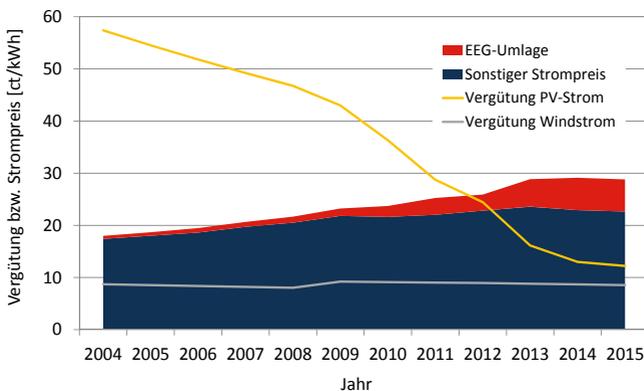


Abb. 1: Entwicklung der EEG-Einspeisevergütung für PV-Anlagen und Windkraftstrom und des Preises für Haushaltsstrom

jedoch nur bei Verbrauchern möglich, deren Einsatz zeitlich flexibel ist, z. B. einer Futtermühle. Andere Verbraucher sind primär von Bedingungen, z. B. Fütterungszeiten oder der aktuell notwendigen Lüftungsintensität, abhängig. Soll für diese Verbraucher mehr selbst erzeugter Strom genutzt werden, ist eine Speicherung nötig. Dafür gibt es verschiedene Technologien, vor allem Batterien, die zum Teil bereits am Markt verfügbar und zum Teil noch in der Entwicklung sind.

Um die Möglichkeiten der Lastverlagerung und ggf. die zum Betrieb passende Speicherart und -größe zu ermitteln, müssen die Stromerzeugung (Leistungsprofil) und der Stromverbrauch (Lastprofil) für den Betrieb analysiert werden. Dafür sind folgende Schritte zu berücksichtigen:

1. Erfassung und Analyse des Energieverbrauchs
2. Erstellung des Lastprofils für den Betrieb und Identifikation verschiebbarer Lasten
3. Erstellung des Leistungsprofils der Energieerzeugung
4. Berechnung der Eigenstromnutzung und der Eigenstromdeckung
5. Auswahl des Energiespeichers (Technologie) und der Speicherkapazität
6. Berechnung der Eigenstromnutzung und der Eigenstromdeckung inkl. Speicher
7. Wirtschaftlichkeitsbewertung unter Beachtung zukünftiger Preisentwicklungen

In diesem Heft wird Landwirten und Gärtnern gezeigt, inwiefern mit Lastmanagement und Batterien der Eigenverbrauchsanteil von Strom aus PV- und kleinen Windenergieanlagen erhöht werden kann und welche Kosten dadurch entstehen.

Eigenstromnutzung (Synonym Eigenstromverbrauch)

Anteil der Erzeugung, der vom Anlagenbetreiber selbst verbraucht wird; dabei ist es egal, ob der Strom direkt oder nach einer Speicherung verbraucht wird. Je höher der Eigenverbrauchsanteil ist, desto weniger Strom wird in das Netz eingespeist.

Leistungs- und Lastprofile

Zeitlicher Verlauf der erzeugten bzw. abgenommenen Leistung.

Lastmanagement

Maßnahmen zur Anpassung des elektrischen Leistungsbedarfs an die verfügbaren Kraftwerkskapazitäten.

Selbstversorgungsgrad (Synonym Autarkiegrad)

Anteil des Stromverbrauchs, der durch selbst erzeugten Strom gedeckt wird; hierzu trägt entweder der zeitgleiche Direktverbrauch des erzeugten Stroms oder die Entladung eines Batteriespeichers bei; je höher der Selbstversorgungsgrad ist, desto weniger Energie wird aus dem Stromnetz bezogen.

2 Stromerzeugung und -verbrauch

2.1 Erzeugung aus Sonne und Wind

Sonnen- und Windenergie sind im Aufkommen schwankend. Während beispielsweise den Dezember 2014 Wind und Flauten dominierten, kennzeichneten den Juni 2015 hohe PV-Anteile ohne nennenswerte Windanteile (Abb. 2).

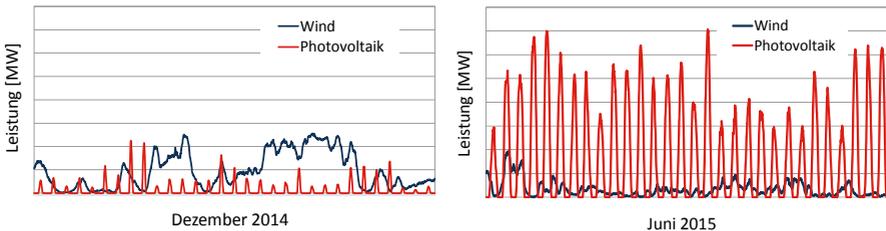


Abb. 2: Einspeisung von erneuerbarem Strom im Gebiet eines Übertragungsnetzbetreibers im Dezember 2014 und im Juni 2015 (Eigene Darstellung mit Daten von 50hertz 2016)

Trotzdem kann die Stromerzeugung für PV-Anlagen in gewissem Maße vorhergesagt werden. So ergibt sich aus dem Sonnenverlauf während eines Tages eine glockenförmige Kurve der Einstrahlung, aus der sich in gleicher Weise der Energieertrag ergibt. Die Dauer und Intensität der Einstrahlung ist vom Jahresverlauf abhängig, sodass sich für jeden Tag und jede Tageszeit ein unterschiedlicher Ertrag ergibt, der für den Eigenverbrauch zur Verfügung steht. Deutliche Unterschiede in der Stromerzeugung einer PV-Anlage bestehen auch im Tagesverlauf zwischen einem Wintertag und einem Sommertag (Abb. 3). Entsprechend unterscheidet sich der mögliche Eigenverbrauch, aber auch der Überschuss, der für eine Speicherung infrage käme, statt ihn im Augenblick der Erzeugung ins Netz abzugeben.

Der Batteriespeicher speichert die Energie in elektrochemischer Form und arbeitet grundsätzlich auf Gleichstrombasis. Ein Batteriespeicher besteht aus mehreren in Reihe geschalteten Zellen, da eine einzelne elektrochemische Zelle nur eine geringe Spannung von einigen Volt aufweist. Bei höherer Batteriespannung sind mehr Verbindungen und ein größerer Aufwand für Isolation und Sicherheitstechnik notwendig. Mit höherer Spannung sinken jedoch auch die Verluste der jeweiligen Speichersysteme und damit wird die Effizienz positiv beeinflusst. Je nach Technologie kann der Batteriespeicher auch noch über Sicherheitsfunktionen zur Überwachung verfügen.

Zwischen dem elektrischen Netz, der Erzeugungsanlage, der Batterie und der Last des Verbrauchers ergeben sich die in Abbildung 23 dargestellten Wandlungspfade. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jede Wandlung mit Verlusten verbunden ist.

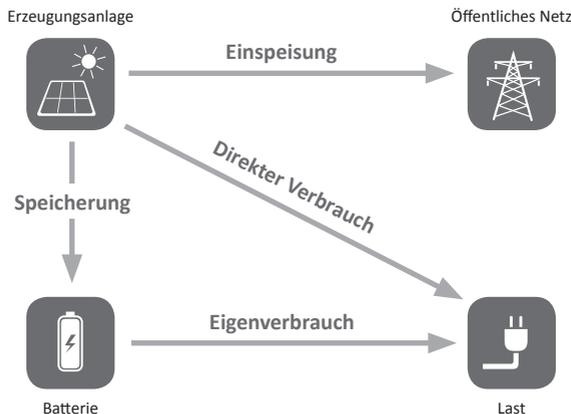
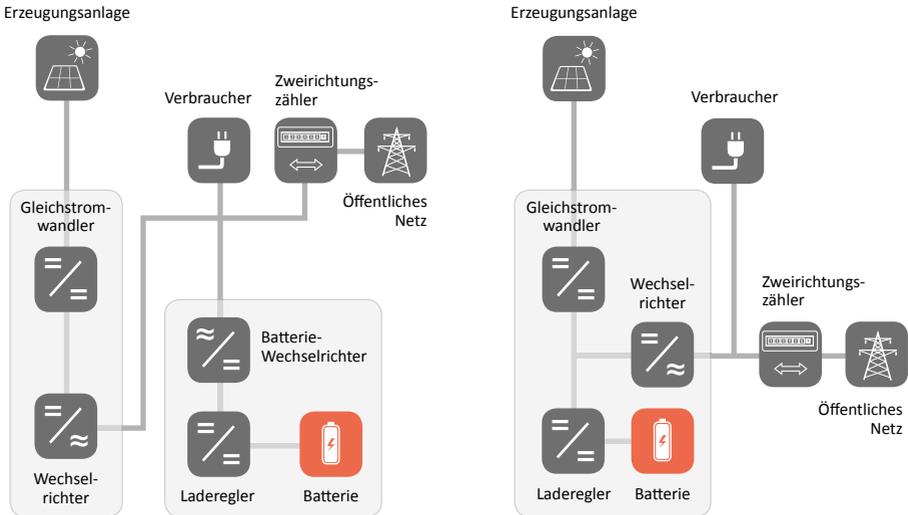


Abb. 23: Wandlungspfade eines Batteriesystems

Kopplungsart des Batteriespeichers

Die Batterie kann entweder über einen Laderegler an den Gleichstromzwischenkreis des Wechselrichters (DC-Kopplung) oder über einen Wechselrichter (AC-Kopplung) an das Wechselstromnetz angeschlossen werden (Abb. 24).



In einem AC-System ist die Batterie separat über einen Wechselrichter und Gleichstromwandler an das Wechselstromnetz des Hauses angeschlossen.

In einem DC-System ist die Batterie zwischen einem Gleichstromwandler und dem eigentlichen Wechselrichter angeschlossen.

Abb. 24: Kopplungsarten von PV-Batteriesystemen ([www.pv-magazine.de/Harald Schütt](http://www.pv-magazine.de/Harald_Schütt) 2013, verändert)

Beide Kopplungsarten besitzen spezifische Vor- und Nachteile. So entfällt bei der DC-Kopplung ein zusätzlicher Wandlungsschritt, aber eine flexible Erweiterung des Systems bei Altanlagen ist in der Regel nicht möglich. Bei der AC-Kopplung ist grundsätzlich ein zusätzlicher Wandlungsschritt notwendig, aber das System ist flexibler einsetzbar und die Nachrüstung einfacher. Inzwischen gibt es auch Batteriesysteme die beide Kopplungsarten ermöglichen.