

2022 | KTBL

# Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Eigenversorgung mit Strom

## Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Photovoltaik.....	3
3	Wind.....	4
4	Blockheizkraftwerk.....	7
5	Stromspeicherung.....	8
6	Schlussbetrachtung.....	10
	Abkürzungsverzeichnis.....	11
	Literatur.....	12
	Mitwirkende.....	12

## 1 Einleitung

Den Bedarf an Strom aus eigenen Quellen decken – warum nicht? Landwirtschaftliche Betriebe bringen gute Voraussetzungen mit: große Dachflächen für Photovoltaik, Platz für kleine Windenergieanlagen oder das Blockheizkraftwerk der Biogasanlage.

Die große Herausforderung bei der Eigenversorgung mit Strom ist es, Erzeugung und Verbrauch mengenmäßig und zeitlich möglichst deckungsgleich zu gestalten, um hohe Eigenverbrauchs- und Selbstversorgungsanteile zu erreichen und teure Speicherung zu vermeiden. Je nach eingesetzter Erzeugungstechnik und den Anforderungen aus den Produktionsabläufen gibt es mal mehr oder weniger Möglichkeiten zur Steuerung der Erzeugung und des Stromverbrauchs. Zu beachten ist auch, dass bei nicht steuerbaren Stromquellen, wie Photovoltaik- und kleinen Windenergieanlagen, der Selbstversorgungsgrad (Autarkiegrad) und der Eigenverbrauchsanteil gegenläufig durch das Verhältnis zwischen Anlagengröße und Strombedarf bestimmt werden. So erreicht man mit großen Anlagen hohe Autarkiegrade, aber nur geringe Eigenverbrauchsanteile, während bei kleinen Anlagen zwar ein großer Teil des erzeugten Stroms selbst verbraucht werden kann, die Strommenge aber dabei nur einen kleinen Teil des Verbrauchs ausmacht.

Die KTBL-Arbeitsgruppe „Eigenenergieversorgung“ hat sich mit den Möglichkeiten zur Versorgung mit Strom, Wärme und Kraftstoffen aus dem eigenen Betrieb befasst und ihre Ergebnisse im Frühjahr 2022 in der KTBL-Schrift „Energie vom Hof“ veröffentlicht. Dieser Beitrag ist ein Auszug aus dieser Schrift.

In der Landwirtschaft werden für die regenerative Stromerzeugung im Wesentlichen Blockheizkraftwerke (BHKW), Photovoltaikanlagen (PV) und kleine Windenergieanlagen (KWEA) eingesetzt. Die BHKW können mit Biogas, Biomethan, Pflanzenöl oder mit Gas aus der Biomassevergasung betrieben werden. Im Hinblick auf die Selbstversorgung kann die Erzeugung in steuerbare Techniken – BHKW – und nicht steuerbare, fluktuierende Quellen – PV und Wind – unterschieden werden. Die einzelnen Quellen unterscheiden sich dabei deutlich in Erzeugungscharakteristik und Ökonomie.

## 2 Photovoltaik

PV-Anlagen sind in der Landwirtschaft weit verbreitet, da auf vielen Betriebsgebäuden geeignete Dachflächen für die Installation der Anlagen zur Verfügung stehen. Die Erträge sind von Standort und Ausrichtung abhängig und liegen in Deutschland im Mittel zwischen 900 und 1.100 kWh Strom je kW<sub>p</sub> installierter Leistung und Jahr. Die Leistung ist dabei abhängig vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen (mittags höher als morgens und abends; im Sommer höher als im Winter) sowie von der Streuung und Adsorption der Strahlung, insbesondere durch Bewölkung aber auch durch Luftfeuchtigkeit und -verschmutzung. Auch wenn es sich hier um eine fluktuierende Energiequelle handelt, ist eine Ertragsprognose in gewissen Grenzen, z.B. durch Wettervorhersage und Bewölkungsprognose, möglich. Die durchschnittlichen spezifischen Tagesstromerträge sind im ertragreichsten Monat Juni ca. 7-mal höher als im Dezember (Tab. 1).

Tab. 1: Durchschnittliche spezifische Tagesstromerträge aus PV-Anlagen (Zeitraum 2011–2020)  
(Daten: SFV 2021)

PLZ-Bereich	Spezifische Tagesstromerträge in kWh/kW <sub>p</sub>												Jahres-summe kWh/kW <sub>p</sub>
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
0	0,74	1,68	2,68	3,92	4,30	4,36	4,25	3,94	3,14	1,99	1,12	0,69	1.000
1	0,54	1,44	2,56	3,90	4,32	4,43	4,10	3,85	3,06	1,75	0,81	0,43	951
2	0,54	1,31	2,50	3,78	4,18	4,19	4,07	3,70	2,83	1,66	0,79	0,39	913
3	0,66	1,51	2,67	3,86	4,14	4,18	4,09	3,81	3,00	1,84	0,96	0,52	952
4	0,67	1,52	2,65	3,75	4,10	4,06	4,00	3,72	2,96	1,80	0,98	0,53	937
5	0,72	1,55	2,71	3,77	4,15	4,15	4,08	3,79	3,04	1,84	1,04	0,58	958
6	0,75	1,57	2,80	3,85	4,15	4,21	4,24	3,87	3,17	1,85	0,95	0,55	975
7	0,82	1,66	3,00	3,88	4,16	4,39	4,40	4,05	3,35	2,08	1,17	0,76	1.028
8	0,85	1,67	3,06	3,91	4,10	4,40	4,40	4,12	3,28	2,15	1,18	0,86	1.036
9	0,72	1,62	2,88	3,93	4,14	4,34	4,31	4,00	3,19	1,97	1,02	0,58	997
<b>Bundesweit</b>	<b>0,71</b>	<b>1,57</b>	<b>2,79</b>	<b>3,85</b>	<b>4,15</b>	<b>4,26</b>	<b>4,21</b>	<b>3,90</b>	<b>3,12</b>	<b>1,92</b>	<b>1,03</b>	<b>0,60</b>	<b>979</b>

Neben dem Einfluss auf den Jahresstromertrag hat die Ausrichtung der Module Auswirkungen auf den zeitlichen Verlauf der verfügbaren Leistung. Nach Osten ausgerichtete Anlagen beginnen morgens früher mit der Stromproduktion, West-Anlagen liefern nachmittags und abends länger Strom. Je nach Verteilung des Strombedarfs kann anhand der Ausrichtung eine höhere Eigenbedarfsdeckung erzielt werden.

PV-Anlagen können Strom nicht bedarfsgerecht bereitstellen, sodass der Strom ohne Speicherung nur zu Produktionszeiten selbst verbraucht werden kann. Ökonomisch betrachtet ist die Eigenversorgung mit PV-Strom in der Regel sinnvoll, da die Stromgestehungskosten aktueller Anlagen unter den Bezugsstrompreisen liegen. Je nach Jahresstromertrag, Investitionsbedarf (600–1.000 €/kW<sub>p</sub>) und Anlagengröße liegen die Stromgestehungskosten für Neuanlagen derzeit zwischen 6 und 10 ct/kWh. Die Einspeisevergütung für Neuanlagen lag im Januar 2022 bei 6,83 ct/kWh für Anlagen bis 10 kW<sub>p</sub>, 6,63 ct/kWh für jene bis 40 kW<sub>p</sub> und 5,19 ct/kWh bis 100 kW<sub>p</sub> (Bundesnetzagentur 2022). Die Vergütung unterliegt einer monatlichen Degression, deren Höhe vom Ausbauvolumen abhängt. Ob die jeweils geltenden Einspeisevergütungen noch kostendeckend sind, muss genau kalkuliert werden. Davon hängt ab, ob die Größe der Anlage nach einem möglichst hohen Eigenverbrauch ausgelegt werden sollte oder die PV-Anlage so groß gebaut werden kann, wie es die Dachflächen erlauben. Der Eigenverbrauch ist nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021) bei Anlagen bis zu einer installierten Leistung von 30 kW<sub>p</sub> und einem Eigenverbrauch von 30 MWh/a von der EEG-Umlage befreit. Jenseits dieser Grenzen werden bislang 40 % der EEG-Umlage fällig. Die EEG-Umlage wurde jedoch zum 01.07.2022 auf null abgesenkt, sodass diese Grenze keine maßgebliche Rolle mehr spielt.

### 3 Wind

Bei Windenergieanlagen ist die zu erwartende zeitliche Verteilung des Stromertrags ebenfalls nicht langfristig prognostizierbar. Kurzfristige Prognosen über einige Stunden oder Tage stehen über Anbieter entsprechender Dienstleistungen perspektivisch auch für Einzelstandorte zur Verfügung. Allgemein gilt, dass im Winterhalbjahr deutlich höhere Erträge erzielt werden als im Sommerhalbjahr (Abb. 1).

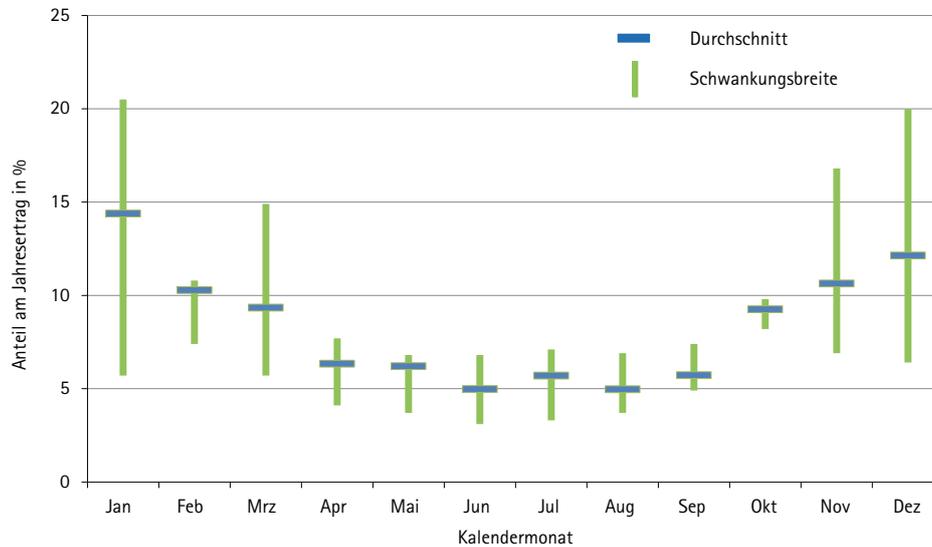


Abb. 1: Jahreszeitliche Ertragsschwankungen von kleinen Windenergieanlagen (KWEA) im Binnenland (Zeitraum 2001–2012) (Remmersmann 2020, verändert)

Eine tageszeitabhängige Vorhersage ist nicht möglich, auch wenn der Ertrag im Mittel tagsüber höher ist als nachts. Die Leistung der Anlagen kann somit jederzeit zwischen null und der Nennleistung schwanken. Im Jahresmittel sind je nach durchschnittlicher Windgeschwindigkeit am Anlagenstandort die folgenden spezifischen Stromerträge zu erwarten:

4,0 m/s => 185 kWh/(m<sup>2</sup> Rotorfläche · a)

5,0 m/s => 335 kWh/(m<sup>2</sup> Rotorfläche · a)

6,0 m/s => 500 kWh/(m<sup>2</sup> Rotorfläche · a)

### Beispiel

Bei einem Rotordurchmesser von 8 m, einer Rotorfläche von rund 50 m<sup>2</sup> und einem Windmittel in Höhe der Rotormitte von 5 m/s ergibt sich ein Jahresertrag in der Größenordnung von 16.750 kWh (KTBL 2012).

Das Verhältnis von Rotorfläche zu Nennleistung unterliegt bei den am Markt verfügbaren Anlagen einer Spanne von 2 bis 7 m<sup>2</sup> Rotorfläche je kW Nennleistung. Dabei eignen sich Anlagen mit großer spezifischer Rotorfläche besonders für Schwachwindregionen.

Kleine Windenergieanlagen rechnen sich nur unter optimalen Bedingungen, durch die geringen Vergütungssätze ist eine Einspeisung ins Netz in der Regel nicht kostendeckend. Nur an guten bis sehr guten Standorten werden Stromgestehungskosten erzielt, die unterhalb des Bezugsstrompreises liegen und so eine Eigenstromnutzung auch ökonomisch attraktiv machen (Zonen 3 und 4, Abb. 2). Zu einem guten Standort zählt neben einer hohen durchschnittlichen Windgeschwindigkeit, dass die Anlage aus der Hauptwindrichtung möglichst ungehindert angeströmt werden kann. Hindernisse vor der Anlage führen zu Turbulenzen, die den Ertrag deutlich verringern, insbesondere bei Anlagen mit geringer Nabenhöhe.

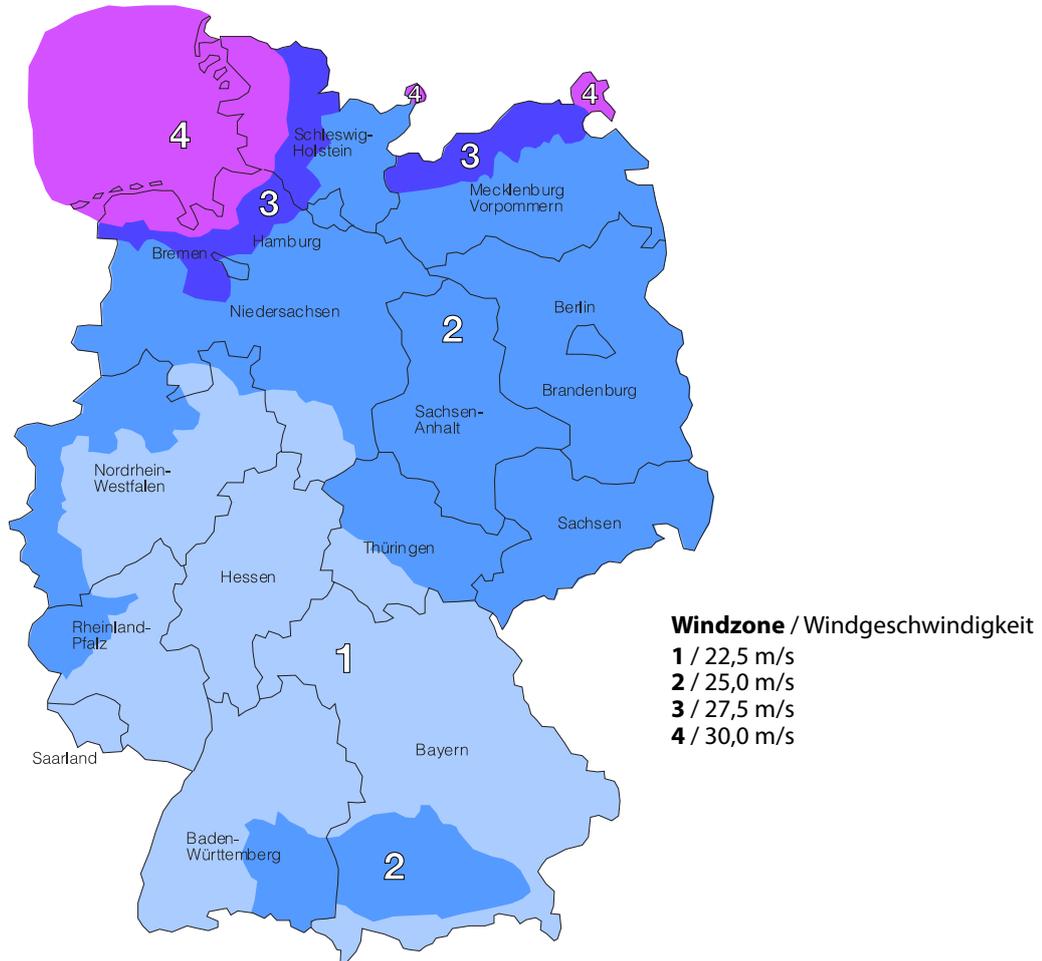


Abb. 2: Deutschland, eingeteilt nach Windzonen (DIN EN 1991-1-4/NA) – wirtschaftlicher Betrieb von Eigenversorgungs-KWEA nur in den Zonen 3 und 4 (© Stefan Kopp)

Der Investitionsbedarf schwankt je nach Anlagengröße und Ausstattung zwischen 3.500 und 6.000 €/kW. An einem windstarken Standort mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 6 m/s in 30 m Höhe kann mit Stromgestehungskosten von ca. 14 ct/kWh für eine 30-kW-Anlage bzw. von ca. 17 ct/kWh für eine 6-kW-Anlage gerechnet werden. Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss bei diesen Anlagen ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil angestrebt werden. Dies gelingt tendenziell nur dann, wenn der jährliche Strombedarf deutlich höher ist als die Produktion der Anlage. An einem sehr guten Windstandort erreichen kleine Windenergieanlagen die Gewinnzone bei einem Eigenverbrauchsanteil von ca. 40 % (30-kW-Anlage) bzw. ca. 70 % (6-kW-Anlage) (Abb. 3).

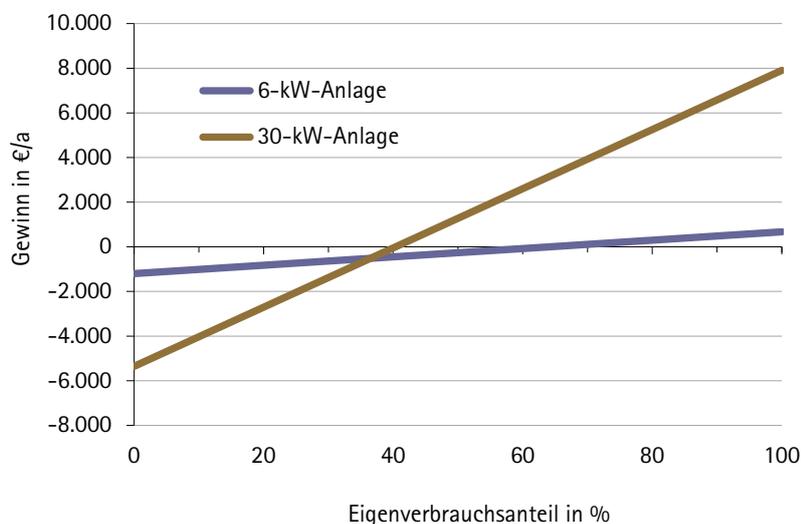


Abb. 3: Verhältnis von Eigenverbrauchsanteil und Gewinn an einem sehr guten Windstandort (Annahme: Vergütung 7,4 ct/kWh; Bezugsstrom 23 ct/kWh) (© KTBL)

## 4 Blockheizkraftwerk

Blockheizkraftwerke (BHKW) können im Gegensatz zu den fluktuierenden Quellen wie Sonne und Wind bedarfsgerecht Strom und Wärme produzieren. Sie können strom-, aber auch wärmegeführt ausgelegt werden. Die stromgeführte Auslegung dient einerseits der bedarfsgerechten Erzeugung von Strom und andererseits zum Ausgleich fluktuierender Quellen und bietet so eine Alternative zur teuren Stromspeicherung. Damit erlangen BHKW bei steigenden Anteilen von nicht fossiler Stromerzeugung eine größere Bedeutung. Ein weiterer Vorteil des stromgeführten Betriebs besteht in der einfacheren und kostengünstigeren Wärmespeicherung verglichen mit der Stromspeicherung.

Die Flexibilität der Strom- und Wärmeproduktion mittels BHKW hängt von den technischen Möglichkeiten des Motors und der Speicherbarkeit des eingesetzten Brennstoffs sowie den Anforderungen des Wärmeabnehmers ab. Um die Langlebigkeit des Motors nicht zu gefährden und um zu hohe Einbußen beim Wirkungsgrad zu vermeiden, ist am ehesten ein modulierender Betrieb zwischen 50 und 100% der installierten Nennleistung mit möglichst wenigen Starts und Stopps zu empfehlen. Die Flexibilität des genutzten Brennstoffs ist bei Pflanzenöl und Biomethan am höchsten. Pflanzenöl ist gut lagerbar und kann zu jedem Zeitpunkt in gewünschter Menge eingesetzt werden. Biomethan steht ebenfalls flexibel zur Verfügung, da es meist über das als Speicher dienende Erdgasnetz bezogen wird. Nicht oder kaum flexibel bereitstellbar ist das Synthesegas aus der Holz- oder Biomassevergasung, da die Vergasungsanlagen in der Regel nicht auf einen Teillastbetrieb ausgelegt sind. Das bedeutet, dass die Strom- und Wärmeerzeugung in diesem Fall nur für den Grundlastbetrieb geeignet ist und somit zu jeder Zeit die gleiche Leistung bereitstellt.

Zwischen diesen beiden Polen bewegt sich die Bereitstellung von Biogas. Biogas kann an den Anlagen in entsprechenden Gasspeichern zwischengespeichert und aus diesen bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden. Durch die hohen Volumina ist die Zwischenspeicherung jedoch nur für kurze Zeit möglich, z. B. um die Nachfrageschwankungen im Tages- oder Wochenverlauf auszugleichen. Darüber hinaus ist auch die Biogaserzeugung in gewissen Grenzen unter Berücksichtigung der Anforderungen des biologischen Prozesses steuerbar. Dadurch können für die Tages- bzw. Wochenschwankungen Speicherkapazitäten eingespart wer-

den. Ebenfalls denkbar ist eine saisonal differenzierte Intensität der Biogasproduktion in Abhängigkeit des saisonalen Energiebedarfs. Je nach eingesetzten Substraten und Anlagenkonstellation liegen die Stromgestehungskosten bei Biogasanlagen zwischen 17 und 25 ct/kWh und somit im Bereich des Bezugsstrompreises. Allerdings liefern solche Anlagen oft so viel Strom, dass nur ein Bruchteil davon im Betrieb verbraucht werden kann. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist also davon abhängig, ob auch die Einspeisung des Überschussstroms unter Beachtung der EEG-Umlage auf Eigenstrom kostendeckend ist. Dies ist bei neuen Anlagen derzeit nur in der 75-kW-Güllekleinanlagen-Klasse der Fall. Für größere Anlagen, deren Vergütung über die EEG-Ausschreibung ermittelt wird, ist eine Eigenstromnutzung nach EEG § 27a nicht zulässig (EEG 2021).

Beim Betrieb von Pflanzenöl-BHKW sind unter den aktuellen Rahmenbedingungen auch bei vollständiger hochpreisiger Wärmenutzung kaum Stromgestehungskosten unterhalb des Zukaufspreises zu erreichen, eine Eigenversorgung ist in der Regel nicht rentabel (Tab. 2).

Tab. 2: Kosten der Stromerzeugung mit einem Rapsöl-BHKW (Annahme: 80 ct/l Öl, 40.000 h Nutzungsdauer, 6 ct/kWh Wärmeerlöse)

Kenngröße	Einheit	BHKW-Leistung kW <sub>elektrisch</sub>		
		20	50	100
Elektrischer Wirkungsgrad	%	30,5	33,9	37,4
Thermischer Wirkungsgrad	%	45	45	45
Wärmeerlöse	€/l	0,26	0,26	0,26
Brennstoffkosten für die Stromerzeugung	ct/kWh	18,7	16,9	15,3
Verstromungskosten				
AfA + Zins	ct/kWh	7,7	5,3	2,4
Wartung	ct/kWh	2,9	2,2	1,8
<b>Stromgestehungskosten</b>	<b>ct/kWh</b>	<b>29,3</b>	<b>24,4</b>	<b>19,5</b>

## 5 Stromspeicherung

Durch Kombination von Erzeugungsanlagen mit Stromspeichern kann der eigene Strom auch abseits der Erzeugungszeiten genutzt werden.

Trotz signifikantem Preisrückgang der Speichersysteme auf 500 bis 1.000 €/kWh nutzbarer Speicherkapazität führt die Speicherung von Strom immer noch zu Kosten von mindestens 18 ct/kWh (Tab. 3), die zusammen mit den Stromgestehungskosten die Bezugsstrompreise übersteigen.

Tab. 3: Kosten der Stromspeicherung je kWh aus dem Speicher bezogenen Stroms (KTBL 2016, verändert)<sup>1)</sup>

Investitionsbedarf Speichersystem €/kWh Nutzkapazität	Zyklenzahl		
	3.000	4.000	5.000
	Speicherkosten in ct/kWh		
350 <sup>2)</sup>	18,9	15,1	12,8
500	27,0	21,6	18,3
750	40,5	32,4	27,5
1.000	54,0	43,1	36,6

<sup>1)</sup> Annahmen: 250 Vollzyklen/a, keine Nutzungsbegrenzung durch kalendarische Lebensdauer, Wirkungsgrad 85 %, Zinsen 2%/a, Wartung und Reparatur 1%/a, durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität 90% der anfänglich nutzbaren Kapazität.

<sup>2)</sup> Auswirkung eines weiteren Preisrückgangs auf 350 €/kWh Nutzkapazität auf die Speicherkosten.

$$Sp = \frac{Afa + W,R + Z}{\eta \cdot \text{Zyk} \cdot \emptyset \text{ Kap}}$$

Sp = Speicherkosten in €/kWh

Afa = Abschreibung in €/a

W,R = Wartung und Reparatur in €/a

Z = Zinskosten in €/a

$\eta$  = Wirkungsgrad in %

Zyk = Zyklen in Anzahl/a

$\emptyset$  Kap = durchschnittlich nutzbare Speicherkapazität in kWh

Somit ist die Stromspeicherung zur Steigerung des Eigenverbrauchs ökonomisch unwirtschaftlich. Allerdings kann der Eigenversorgungsanteil durch den Einsatz von Speichern je nach Erzeuger-Verbraucher-Konstellation erhöht werden (Abb. 4).

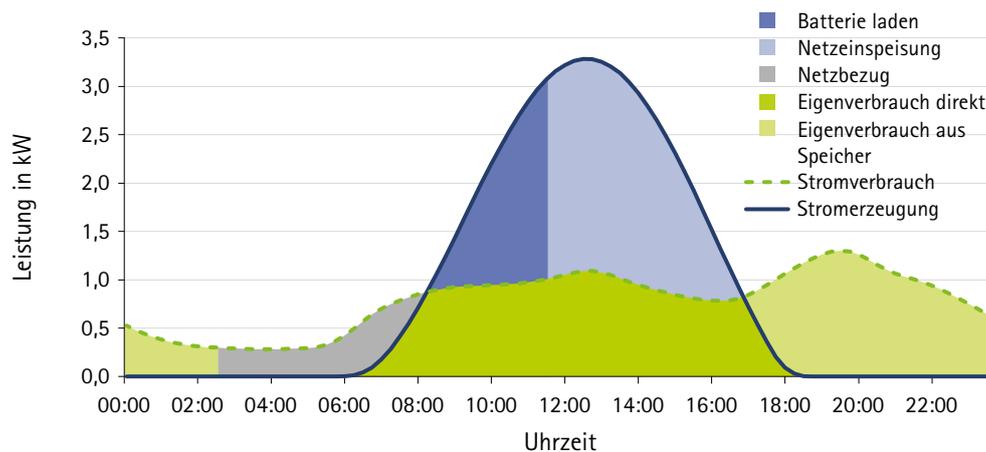


Abb. 4: PV-Eigenversorgung mit Stromspeicher – der am Tag überschüssige PV-Strom wird zwischengespeichert und ermöglicht eine Eigenversorgung auch abseits der Produktionszeiten (© KTBL)

Nach Ende der ersten 20-jährigen EEG-Vergütungsphase wird für Strom aus PV-Anlagen, die weiterbetrieben werden, nur noch eine Einspeisevergütung in Höhe des Jahresmarktwertes „Solar“ gezahlt. Dieser kann stark schwanken. In den Jahren vor 2020 lag er zwischen 2,9 und 4,5 ct/kWh, für 2021 lag der Wert mit 7,5 ct/kWh deutlich höher (ÜNB 2022). Für diese Anlagen könnte sich durch die große Spanne zwischen Einspeisevergütung und Strombezugspreis ein Speicher zur Erhöhung des Eigenverbrauchs auch ökonomisch rechnen. Bei Stromtarifen mit Leistungspreis (Tarife mit registrierender Leistungsmessung – RLM; in der Regel ab einem Stromverbrauch von 100.000 kWh/a) kann ein Speicher darüber hinaus zur Begrenzung des Leistungsbedarfs beitragen und somit die Kosten für den Strombezug senken (Abb. 5). Auch ein netzdienlicher Betrieb, z. B. die Kappung der Einspeiseleistung durch die gesteuerte Speicherladung in der Mittagszeit, kann zukünftig Zusatzeinnahmen generieren.

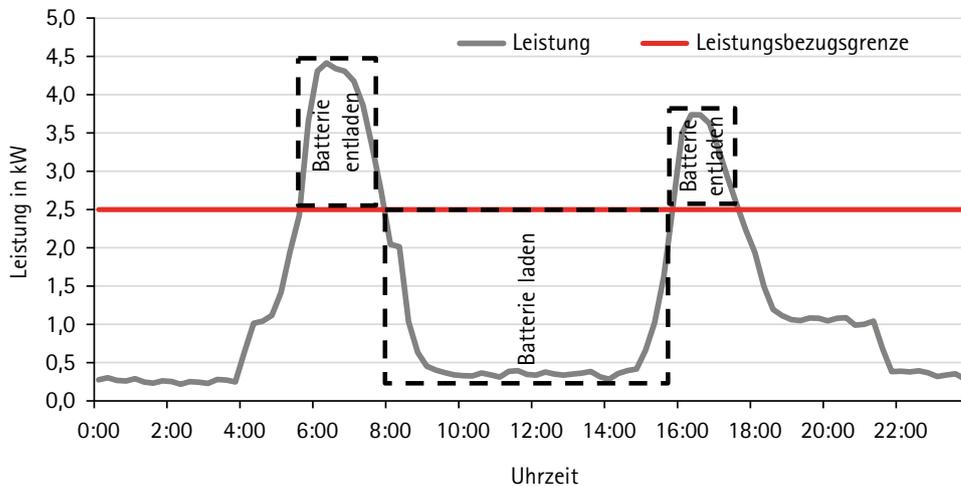


Abb. 5: Einsatz des Stromspeichers zur Spitzenlastreduktion (© KTBL)

Als Faustzahl kann man mit ca. 1 kWh Speicherkapazität je 1.000 kWh Stromverbrauch kalkulieren. Um eine hohe Auslastung des Speichers zu erreichen, ist die Dimensionierung unter Berücksichtigung der Erzeugungs- und Verbrauchscharakteristik vorzunehmen. Neben der richtigen Dimensionierung der Nutzkapazität muss bei der Auslegung des Speichers auch auf eine passende Entladeleistung geachtet werden, damit die wichtigsten Verbraucher auch aus dem Speicher versorgt werden können. Insbesondere bei der Spitzenlastreduktion hat die maximale Leistung des Speichers einen größeren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit als die Kapazität, da die Lastspitzen oft nur kurz auftreten und die Überschreitung der maximalen Netzlast unbedingt vermieden werden muss. Schon das einmalige Überschreiten gefährdet den vereinbarten Leistungspreis. Da die Speicherkapazität die Investitionskosten des Speichers dominiert, können Speicher mit vergleichsweise hoher Leistung, aber geringer Kapazität, sinnvolle Lösungen sein.

## 6 Schlussbetrachtung

Für landwirtschaftliche Betriebe gibt es Möglichkeiten, die benötigte Energie ganz oder teilweise selbst aus regenerativen Quellen bereitzustellen.

Bei PV- und Windstrom besteht die größte Herausforderung darin, die fluktuierende Produktion und den Verbrauch aufeinander abzustimmen. Der Einsatz von Speichern kann den Eigenversorgungsanteil deutlich erhöhen, eine vollständige Eigenversorgung ist aber in den meisten Fällen nicht möglich. Eine ökonomisch rentable Eigenversorgung mit Strom ist am einfachsten mit Photovoltaikanlagen und ggf. durch die Mitversorgung aus einer Biogasanlage realisierbar. Für den Betrieb von kleinen Windenergieanlagen und Rapsöl-BHKW sind die ökonomischen Rahmenbedingungen deutlich schlechter.

Eine Vielzahl von Techniken stehen für die Eigenversorgung zur Verfügung und werden stetig weiterentwickelt. Aus ökonomischer Sicht gibt es unter den verschiedenen Konzepten schon heute tragfähige Lösungen, allerdings führt das Preisgefüge zwischen fossilen Energieträgern und den regenerativen Rohstoffen bzw. deren aufwendigere Transformation zu zusätzlichen Kosten. Teilweise kann dieser Zusatzaufwand durch veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen wie die steigende CO<sub>2</sub>-Besteuerung fossiler Energieträger sowie die Inanspruchnahme von Förderprogrammen kompensiert werden (Tab.4).

Tab. 4: Aktuelle Fördermöglichkeiten für die Energieeigenversorgung (Stand Januar 2022)

Fördergeber <sup>1)</sup>	Förderbereich
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – BAFA	Bundesförderung für effiziente Gebäude Anlagen zur Erzeugung von Wärme aus regenerativen Quellen (ab 5 kW)
Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW	Anlagen zur Erzeugung von Wärme aus regenerativen Quellen (ab 100 kW)
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE	Bundesprogramm zur Förderung der Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau regenerative Eigenenergieerzeugung und Abwärmenutzung Beschaffung und Umrüstung von Landmaschinen zur Nutzung von nachhaltigen sowie selbst erzeugten Biokraftstoffen direkte Elektrifizierung mobiler Maschinen

<sup>1)</sup> Weitere Fördermöglichkeiten über Programme einzelner Bundesländer.

## Abkürzungsverzeichnis

Afa	Abschreibung
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
ct	Cent
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
h	Stunde
kW	Kilowatt
KWEA	Kleine Windenergieanlage
kWh	Kilowattstunde
kW <sub>p</sub>	Kilowatt peak (Nennleistung)
l	Liter
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MWh	Megawattstunde
PV	Photovoltaik
s	Sekunde

## Literatur

- Bundesnetzagentur (2022): Bestimmung der anzulegenden Werte für Solaranlagen. Bundesnetzagentur, Zugriff am 10.01.2022
- EEG (2021): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 3026) geändert worden ist
- KTBL (2016): Strom speichern, Eigenverbrauch steigern. Technik – Auslegung – Kosten. KTBL-Heft 110, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- KTBL (2012): Kleine Windenergieanlagen. Technik – Recht – Wirtschaftlichkeit. KTBL-Heft 92, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- Remmersmann, T. (2020): Regenerativer Strom, selbst gemacht und selbst verbraucht. Vortrag auf: KTBL-Tagung „Mit Energie in die Zukunft – Strom, Wärme und Kraftstoffe in der Landwirtschaft“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., 02.03.2020, Mannheim
- SFV (2021): Bundesweite Aufnahme der monatlichen Stromertragsdaten von PV-Anlagen. Solarenergie Förderverein Deutschland e. V., Zugriff am 11.01.2022
- ÜNB (Hg.) (2022): Marktwertübersicht. <https://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Marktwerte>, Zugriff am 10.01.2022

## Mitwirkende

### **Carsten Brüggemann**

Hannover

### **Daniel Eisel**

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Straubing

### **Christoph Gers-Grapperhaus**

Oldenburg

### **Rita Haas**

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Straubing

### **Stefan Hartmann**

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.  
Darmstadt

### **Michael Kister**

Markt Nordheim

### **Dr.-Ing. Bernd Krautkremer**

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik  
Kassel

### **Fabian Nebel**

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Straubing

**Josef Neiber**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Freising

**Dr.-Ing. Gerd Reinhold**

Jena

**Theodor Remmersmann**

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen  
Münster

**Kuratorium für Technik und Bauwesen  
in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)**

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt  
Telefon: +49 6151 7001-0  
E-Mail: [ktbl@ktbl.de](mailto:ktbl@ktbl.de) | [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Eingetragen im Vereinsregister beim Amtsgericht Darmstadt,  
Aktenzeichen 8 VR 1351

Vereinspräsident: Prof. Dr. Eberhard Hartung  
Geschäftsführer: Dr. Martin Kunisch  
Verantwortlich im Sinne des Presserechts: Dr. Martin Kunisch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text das generische Maskulinum verwendet.

© KTBL 2022