



## EIGENSTROMERZEUGUNG

# Blockheizkraft und Fotovoltaik: Investitionen, die sich lohnen können

**W**irtschaftlichkeit ist prinzipiell erreichbar, weil selbst erzeugter Strom rund 6-7 ct/kWh weniger Stromnebenkosten generiert und über mehrere Wege direkt oder indirekt gefördert wird:

- Die Netzentgelte entfallen ganz (minus 2-3 ct/kWh).
- Die EEG-Umlage auf eigengenutzten Strom ist nur zu 40 Prozent zu entrichten (sonst 6,756 ct/kWh).
- Anlagen kleiner 2 MW zahlen weder Stromsteuer (minus 2,05 ct/kWh) noch Energiesteuer (minus 0,55 ct/kWh); erdgasbetriebene Anlagen größer 2 MW zahlen keine Energiesteuer (minus 0,55 ct/kWh).
- Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz: KWK-Anlagen erhalten leistungsabhängig bis 100 kW einen KWK-Zuschlag für eigengenutzten und eingespeisten Strom (z.B. bei 50 kW 4 ct/kWh für eigengenutzten und 8 ct/kWh für eingespeisten Strom, bei 100 kW 3,5 ct/kWh für eigengenutzten und 7 ct/kWh für eingespeisten Strom). Anlagen über 100 kW erhalten nur für eingespeisten Strom einen Zuschlag.

Für den Einsatz in der Industrie gibt es Stromerzeugungsanlagen, die mit fossilen (Heizöl, Erdgas, Schweröl) oder regenerativen Brennstoffen (Biogas, Holz) betrieben werden. Mittels Fotovoltaik kann Sonnenstrahlung direkt in Strom umgewandelt werden.

Da künftig alle Brennstoffe der CO<sub>2</sub>-Bepreisung unterliegen und dadurch die Energiekosten weiter steigen, stellen sich viele Unternehmen die Frage, ob sie mit einer Modifikation ihrer örtlichen Infrastruktur, insbesondere mit dem Aufbau einer eigenen Stromversorgung, eine Verbesserung bewirken können. Doch wann ist eine eigene Anlage zur Stromerzeugung wirtschaftlich lohnend?

Auch Windkraft- und Geothermie-Anlagen wären grundsätzlich zur dezentralen Stromerzeugung geeignet, benötigen aber viel Platz und Aufwand und sind daher in der Industrie selten. Mit Blockheizkraftwerken und Fotovoltaik-Anlagen stellen wir im Folgenden die beiden am häufigsten eingesetzten Technologien vor.

### Blockheizkraftwerke sollten bedarfsgerecht geplant werden

Blockheizkraftwerke (BHKW) sind stationär betriebene Verbrennungsmotoren, die einen Stromgenerator antreiben. Die Grundvoraussetzung für den rentablen Betrieb von Blockheizkraftwerken ist neben einem hohen Strombedarf auch ein ausgeprägter Wärmebedarf: Denn die Wärme wird mittels „Kraft-Wärme-Kopplung“ aus Kühlwasser und Abgasen zurückgewonnen und nicht nur der Strom genutzt. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad der Anlage von rund 40 auf rund 90 Prozent. Diese Effizienz ist aber nur möglich, wenn die Wärme direkt vor Ort im Produktionsprozess verwendet wird (etwa für Entfettung, Galvanisierung, Teilverwärmung, Raumheizung). Am effizientesten eingesetzt wird die so gewonnene Wärme für Warmwasser mit üblicherweise maximal 90°C, zur Dampferzeugung oder selten zur Heißblufferzeugung. Entscheidend für den wirtschaftlichen Betrieb ist zudem eine Benutzungsdauer von mindestens 5.000

Stunden pro Jahr. Weitere Anforderungen gibt es nicht. Prinzipiell sind BHKW damit für Unternehmen jeder Branche und jeder Größe denkbar; auch an den Standort werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

In der Industrie finden sich BHKW mit einer elektrischen Leistung von 50 kWel bis mehrere Megawatt; am gebräuchlichsten sind Anlagen zwischen 200 und 300 kWel. Die erforderlichen Investitionen sind mit zunehmender Modulgröße sehr stark degressiv und reichen von rund 1.500 Euro/kW für die 50 kW-Anlage bis herunter auf 500 Euro/kW bei einem 2 MW-BHKW. Kleinanlagen haben eine Lebensdauer von etwa zehn Jahren; Großanlagen, die in den Hauptkomponenten nach etwa acht bis zehn Jahren generalüberholt werden, können bis zu 25 Jahre und mehr genutzt werden. Der Wartungsaufwand beträgt inklusive einer Generalüberholung bei ganz kleinen Anlagen etwa 3-4 ct/kWh, bei sehr großen Anlagen weniger als 1 ct/kWh. Eine klug dimensionierte Anlage amortisiert sich nach etwa drei Jahren.

Die korrekte Dimensionierung ist ganz wesentlich. Man sollte seinen jetzigen und zukünftigen Bedarf wirklich realistisch abschätzen und die Anlage nicht größer als nötig dimensionieren. Dieser häufig gemachte Fehler führt sonst dazu, dass die für die Amortisation geplante Nutzungsdauer von rund 5.000 bis 6.000 Stunden pro Jahr nicht erreicht wird. Dem ist in der Regel auch nicht mit verstärkter Einspeisung ins öffentliche Netz beizukommen, da selbst unter Berücksichtigung der Förderung nach dem KWK-Gesetz die Vermeidung von Fremdstrombezug in den meisten Fällen lukrativer ist als die Einspeisung ins öffentliche Netz. Sinnvoll und wichtig ist auch die Ergänzung des BHKW mit einem Warmwasserpufferspeicher. Dieser bewahrt den Motor vor vorzeitigem Verschleiß, indem die Zahl der Neustarts reduziert wird. Bei geeigneter Dimen-

sionierung kann der Pufferspeicher auch genutzt werden, um in Zeiten schwachen Wärmebedarfs mehr Strom zu erzeugen oder in Zeiten geringeren Strombedarfs Wärmebedarfsspitzen auszugleichen. Eine größere Anlagendimensionierung ist jedoch nur sinnvoll, wenn auch ein entsprechender kontinuierlicher Prozesswärmebedarf besteht (beispielsweise Entfettungsbäder für die Oberflächenbehandlung).

Das Beispiel des Werkzeugmaschinenherstellers WaldrichSiegen Werkzeugmaschinen GmbH verdeutlicht den wirtschaftlichen Nutzen eines eigenen BHKW: Bei einem Jahresbedarf von etwa 5.500 MWh Strom und 6.000 MWh Wärme wurden zunächst die entsprechenden Lastgänge grundlegend analysiert. Daraus wurde klar, dass der über 6.000 Stunden pro Jahr garantierte kontinuierliche Wärmebedarf bei mehr als 400 kW liegt. Die Anlage wurde letztlich so dimensioniert, dass man auch im Falle eines produktionsbedingt verringerten Wärmebedarfs keine Einschränkungen in der Anlagenlaufzeit und hierdurch womöglich verringerten Kapitalrückfluss hinnehmen müsste. Für das verbaute Modul mit rund 300 kWel und einen 50 m<sup>3</sup>-Pufferspeicher wurden rund 350.000 Euro investiert. Die Anlage produziert jährlich rund 2.000 MWh Strom und erspart dem Unternehmen 200.000 Euro Stromkosten pro Jahr. Durch die Förderung nach dem KWK-Gesetz (50.000 Euro pro Jahr) sowie unter Berücksichtigung der zusätzlichen Brennstoff- und Betriebskosten (ca. 100.000 Euro pro Jahr) ergibt sich damit eine dynamische Kapitalrückflusszeit von rund drei Jahren.

### Die Alternative: Fotovoltaik-Anlagen

Neben BHKW stellen Fotovoltaik-Anlagen (PV) eine gut nutzbare Form der Strom-Eigenerzeugung dar. Seit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz von 2000 haben Fotovoltaik-An-

Abb. 1: Beispielhafte Daten zur Wirtschaftlichkeit von Fotovoltaikanlagen	Fotovoltaik-Anlage 1 165 kW auf Firmendach mit 2.500 m <sup>2</sup>	Fotovoltaik-Anlage 2 400 kW auf Firmendach mit 3.200 m <sup>2</sup>
Investitionskosten	132.000 Euro	288.000 Euro
Betriebsdauer	23 Jahre	23 Jahre
Höchstlast	0,165 MW	0,400 MW
Betriebsstunden	1.100 h/Jahr	1.000 h/Jahr
Instandhaltungskosten	1.980 Euro/Jahr	2.880,00 Euro/Jahr
Gesamtproduktion pro Jahr	181,5 MWh/Jahr	400 MWh/Jahr
Jährlicher Investitionskostenanteil	8.027,44 Euro/Jahr	17.514,40 Euro/Jahr
Investitionskosten pro MWh	44,23 Euro/MWh	43,79 Euro/MWh
Betriebskosten pro MWh	10,91 Euro/MWh	7,20 Euro/MWh
Produktionskosten für Strom	55,14 Euro/MWh	50,99 Euro/MWh
<b>Amortisationszeit</b>	<b>6,07 Jahre</b>	<b>5,81 Jahre</b>



Pufferspeicher der WaldrichSiegen  
Werkzeugmaschinen GmbH, Burbach



Fotovoltaik-Anlage Adelman GmbH, Kehl



Blockheizkraftwerk der WaldrichSiegen  
Werkzeugmaschinen GmbH, Burbach

lagen auf vielen Dächern Einzug gehalten: Die auf 20 Jahre garantierte Einspeisevergütung von anfangs 43-48 ct/kWh machte sie höchst attraktiv. Inzwischen werden unter 8 ct/kWh bezahlt; im Gegenzug stiegen aber die Stromnebenkosten (Steuern, Abgaben und Umlagen) von 1,323 ct/kWh auf mittlerweile 9,923 ct/kWh. Entsprechend bestimmen heute der Anteil an Eigenverbrauch und die dadurch vermiedenen Stromkosten die Wirtschaftlichkeitsberechnung, zumal sich die Anlagen selbst erheblich vergünstigt haben. So ist die Nutzung von selbst erzeugtem Solarstrom auch für typische Maschinenbau-Unternehmen attraktiv geworden.

Die Amortisationszeit von Fotovoltaikanlagen liegt zwar noch immer bei sechs bis acht Jahren (siehe Abbildung 1). Bei einer Lebensdauer von 20 und mehr Jahren stehen der Investition jedoch 15 bis 18 Jahre Einsparungen bei den Stromkosten entgegen. Je nach Abschreibungsdauer ist mit Gesamtkosten von 5-7 ct/kWh Strom zu rechnen. Da sich die Stromkosten mittelständischer Unternehmen bei Bezug aus dem Netz mittlerweile auf 17-21 ct/kWh belaufen, ermöglichen derartige Anlagen eine Ersparnis von 12-16 ct/kWh. Weitere Kosten lassen sich einsparen, wenn man für den über die Eigenerzeugung hinausgehenden Fremdbezug ein Preisgefüge vereinbart, welches aus einem Hochtarif während der (selbstversorgten) Tagstunden und einem günstigeren Niedrigtarif während der

Nachtstunden besteht. Auf zehn Jahre betrachtet ist für eine Beispielanlage mit 165 kW eine Gesamtersparnis von 180.000 Euro bis deutlich mehr als 200.000 Euro möglich.

Fotovoltaikanlagen sind in jeder Größenordnung zu haben und haben den Vorteil, dass sie relativ problemlos erweitert werden können. Der einzige limitierende Faktor besteht darin, dass die benötigte Dachfläche auf die nächsten 20 Jahre garantiert dauerhaft verfügbar sein muss (Ausmaße, Stabilität, Dichtigkeit). Der erforderliche Investitionsbedarf variiert zwischen 720 Euro/kWh und 850 Euro/kWh, je nach individuellen Gegebenheiten (Dachausrichtung, Neigungswinkel und Aufständigung). Hinzu kommen jährliche Betriebskosten von maximal einem Prozent der Investitionssumme. In Ausnahmefällen kann es sinnvoll sein, einen Batteriespeicher hinzuzunehmen, etwa wenn besonders hohe Anforderungen an die Versorgungssicherheit bestehen oder wenn bei Fremdbezug besonders hohe Leistungspreise zur Abrechnung kommen. Preislich sind etwas größere Speicher mit einer Speicherkapazität von 50 bis 100 kWh derzeit ab 700 bis 800 Euro/kWh zu haben.

Der metallverarbeitende Betrieb Adelman aus Kehl hat sich 2013 entschlossen, sein etwa 2.500 m<sup>2</sup> großes Hallendach teilweise zu nutzen, um mit einer 165 kW-Fotovoltaik-Anlage selbst Strom zu erzeugen. Binnen eines Jahres waren Planung und Umsetzung abgeschlossen. Geschäftsführer Matthias Endlich resümiert: „Seit mehr als fünf Jahren erzeugen wir zuverlässig eigenen Strom bei sehr geringen Wartungskosten. Insbesondere in den guten Sonnenjahren 2018 und 2019 konnten wir dadurch unser Stromkostenbudget trotz ständig steigender Stromnebenkosten stabil halten: Rückblickend haben wir definitiv eine gute Investitionsentscheidung getroffen. Außerdem leisten wir hiermit noch einen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.“

Weitere Informationen zu Energietechnik und Energieeffizienz unter <https://www.energie-consulting.com/anlagen-und-systeme-noch-wirtschaftlicher-betreiben/>.

Wer eine wie auch immer geartete Eigenstromanlage errichten möchte, sollte ein paar wesentliche Dinge beachten:

1. Der Besitz der Anlage und der Verbrauch der erzeugten Energie müssen zwingend durch dieselbe juristische Person erfolgen, da sonst die volle EEG-Umlage fällig wird.
2. Die korrekte Dimensionierung der Anlage ist für den wirtschaftlichen Betrieb unabdingbar. Sowohl BHKW als auch Fotovoltaik sollten lieber kleiner gewählt werden, so dass sich die Anlage garantiert und auch schneller rechnet: Bei Überdimensionierung droht der Verlust der Rentabilität. Bei BHKW, die in Teillast gefahren werden, verschlechtert sich zudem der Wirkungsgrad. Die Herausforderung besteht darin, den Bedarf auch auf 10 bis 20 Jahre korrekt abzuschätzen. Sollte sich der Bedarf später erhöhen, kann bei BHKW theoretisch ein weiteres Modul ergänzt werden, Solaranlagen sind (abhängig von der verfügbaren Dachfläche) jederzeit nachrüstbar.
3. Unternehmen sollten Angebote unbedingt selbst prüfen oder von Dritten prüfen lassen. Anbieter präsentieren ihre tendenziell überdimensionierten Anlagen manchmal als rentabel, indem sie überzogene Strompreise ansetzen, was zu falschen Kapitalrückflussberechnungen führt.
4. Der Betrieb einer eigenen Stromerzeugungsanlage ist mit einer zunehmenden Zahl an Meldepflichten verbunden, die beachtet werden müssen und auch Manpower benötigen.

### Ab 2021 ändert sich die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Angesichts des Klimapaketes und Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) verändert sich die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ab 2021 etwas (siehe Abbildung 2):

- Durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung ab 2021 werden Brennstoffe und damit der Betrieb von BHKW schrittweise immer teurer; zusammen mit der angekündigten Entlastung von Industriebetrieben hinsichtlich der EEG-Umlage beim Fremdstrombezug erschwert dies die Wirtschaftlichkeit von BHKW. Dennoch bleiben BHKW ein sinnvolles Instrument für eine kostenoptimierte Energie-Infrastruktur.
- Auf die Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen wirkt sich die neue CO<sub>2</sub>-Bepreisung hingegen positiv aus: Aus dem Netz bezogener Strom wird sich trotz Senkung der EEG-Umlage weiter verteuern, so dass die Ersparnis durch Eigenerzeugung größer wird. Zudem werden die Anlagen auch in den kommenden Jahren noch günstiger werden und auch der Einsatz von Speichertechnologien dürfte mittelfristig sinnvoll möglich werden.

**Zusammenfassend lässt sich sagen:** Unternehmen, für die der Strombedarf einen Kostenfaktor darstellt und bei denen die aufgezeigten Randbedingungen für eine Eigenerzeugungsanlage momentan geeignet sind, sollten nicht länger warten und

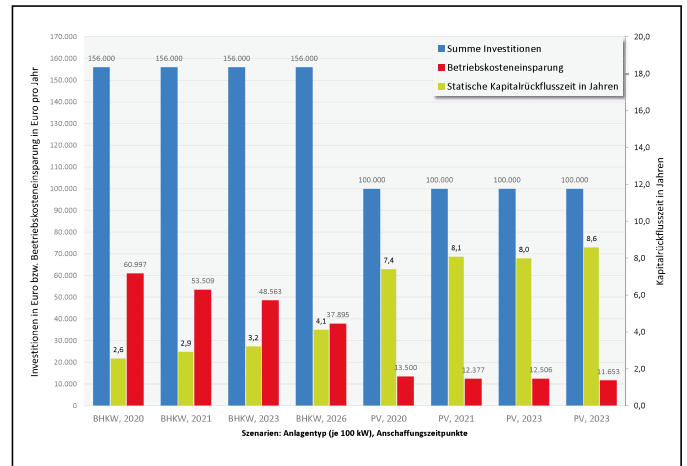


Abb. 2: Durch die neue CO<sub>2</sub>-Bepreisung verringert sich die jährliche Kosteneinsparung bei BHKW künftig etwas. Die gleichzeitige Senkung der EEG-Umlage verringert den Vorteil aller Eigenerzeugungstechnologien.

sich umgehend mit einer eigenen Anlage auseinandersetzen. Eine weitere Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen ist eher nicht zu erwarten, ein weiteres Ansteigen der Energiekosten hingegen schon. ■

### ANSPRECHPARTNER



**Dr. Jürgen Joseph**  
Partner

**ECG Energie Consulting GmbH**  
Wilhelm-Leonhard-Straße 10  
77694 Kehl-Goldscheuer  
Tel. 07854 / 9875-299  
J.Joseph@ecg-kehl.de



**Eric Mignot**  
Partner

**ECG Energie Consulting GmbH**  
Wilhelm-Leonhard-Straße 10  
77694 Kehl-Goldscheuer  
Tel. 07854 / 9875-286  
eric.mignot@ecg-kehl.de



**Dipl.-Ing. Michael Werner**  
Partner

**ECG Energie Consulting GmbH**  
Wilhelm-Leonhard-Straße 10  
77694 Kehl-Goldscheuer  
Tel. 07854 / 9875-257  
michael.werner@ecg-kehl.de