ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Lühn, Michael

Working Paper

Volleinspeisung versus anteiligen Direktverbrauch bei Photovoltaikanlagen: Vergleich der Wirtschaftlichkeit mithilfe des vollständigen Finanzplans

Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2011-01

Provided in Cooperation with:
Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

Suggested Citation: Lühn, Michael (2011) : Volleinspeisung versus anteiligen Direktverbrauch bei Photovoltaikanlagen: Vergleich der Wirtschaftlichkeit mithilfe des vollständigen Finanzplans, Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2011-01, Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/48577

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

ARBEITSPAPIERE DER NORDAKADEMIE

ISSN 1860-0360

Nr. 2011-01

Volleinspeisung versus anteiligen Direktverbrauch bei Photovoltaikanlagen: Vergleich der Wirtschaftlichkeit mithilfe des vollständigen Finanzplans

Prof. Dr. Michael Lühn

Januar 2011

Eine elektronische Version dieses Arbeitspapiers ist verfügbar unter:
http://www.nordakademie.de/arbeitspapier.html

NORDAKADEMIE
HOCHSCHULE DER WIRTSCHAFT

Köllner Chaussee 11
25337 Elmshorn
http://www.nordakademie.de

Volleinspeisung versus anteiligen Direktverbrauch bei Photovoltaikanlagen: Vergleich der Wirtschaftlichkeit mithilfe des vollständigen Finanzplans

Prof. Dr. Michael Lühn*

1. Einleitung

Die Stromerzeugung aus regernativen Energien wird in Deutschland durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) gefördert. Ein wesentliches Element der Förderung stellt die Einspeisevergütung dar, die der Betreiber von regenerativen Stromerzeugungsanlagen für den produzierten und in das Netz eingespeisten Strom vom Netzbetreiber erhält. Nach der aktuell geltenden Fassung des EEG erhält der Betreiber einer Photovoltaikanlage nicht nur für den eingespeisten Strom, sondern auch für den direkt verbrauchten Strom eine Einspeisevergütung. Bei Anlagen bis 30 KWp betragen die Einspeisevergütungen für Anlagen, die im Jahr 2011 in Betrieb genommen werden, für eingespeisten Strom 28.74 ct./KWh.[1] Diese reduzieren sich für den Anteil des direkt verbrauchten Stroms, der 30 % der im selben Jahr durch die Anlage erzeugten Strommenge nicht übersteigt, um 16,38 ct./KWh und für den darüber hinausgehenden Direktverbrauch um 12,00 ct./KWh.[2] Da ein privater Stromverbraucher in der Regel für jede KWh, die er selbst produzieren kann, ca. 20 ct./KWh (exkl. USt) an Strombezugskosten einsparen kann, besteht für den Betreiber der Anlage ein Anreiz, seinen Direktverbrauch zu erhöhen. Im folgenden Aufsatz soll analysiert werden, wie hoch der finanzielle Vorteil des Direktverbrauchs gegenüber der Einspeisung ist und ob sich die Investition in Speichertechnik oder in Technik zur intelligenten Verbrauchssteuerung zur Erhöhung des Direktverbrauchs für den Betreiber lohnen kann. Die Berechnungen werden anhand eines vollständigen Finanzplans durchgeführt. Hierfür soll beispielhaft eine Investition einer Privatperson in eine Anlage mit einer Leistung von 10 KWp herangezogen werden.

* Kontakt: Prof. Dr. Michael Lühn, Professur für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Rechnungslegung und Controlling, FH Nordakademie gAG – Hochschule der Wirtschaft – , Köllner Chaussee 11, 25337 Elmshorn bzw. michael.luehn@nordakademie.de.

1 Vgl. § 33 Abs. 1 Nr. 1 § 20 Abs. 2 Nr. 8 und Abs. 3 Nr. 1 Buchstabe b) EEG.

2 Vgl. § 33 Abs. 2 EEG.

2. Basisdaten des Beispielfalls

Betrachtet werden soll eine Investition eines Hausbesitzers in Elmshorn in eine Aufdach-Photovoltaikanlage mit polykristallinen Photovoltaik-Modulen mit einer Fläche von 80 m^2 und einer Leistung von 10 KWp. Die Anlage wird optimal zur Sonne ausgerichtet (Süden, 30 – 40 Grad Neigungswinkel). Die Anschaffungskosten einer derartigen Anlage setzen sich zurzeit wie folgt zusammen:

Position	**in EUR**
Polykristalline Photovoltaik-Module (1,80 EUR/Wp)	18.000
Wechselrichter	3.000
Sonstige Materialien	1.000
Montagekosten	4.000
Summe Anschaffungskosten:	**26.000**

Übersicht 1: Ermittlung der Anschaffungskosten der Photovoltaikanlage

Die jährliche Globalstrahlung in Elmshorn liegt bei ca. 960 kWh/m^2, für die Gesamtfläche von 80 m^2 liegt die jährliche Globalstrahlung somit bei 76,8 MWh. Unter Zugrundelegung eines Wirkungsgrads der Module von 12,5 % sowie des Wechselrichters von 90 % können im ersten Jahr 8,64 MWh Strom mit der Anlage produziert und eingespeist werden. Es wird davon ausgegangen, dass der Ertrag pro Jahr aufgrund der Anlagenalterung um 0,9 % sinkt.

3. Betrieb der Photovoltaikanlage

3.1. Einnahmen bei Volleinspeisung

Gem. § 33 Abs. 1 Nr. 1 EEG i. V. m. § 20 Abs. 2 Nr. 8 und Abs. 3 Nr. 1 Buchstabe b) EEG betragen die Einspeisevergütungen für Photovoltaikanlagen auf Gebäuden ab dem 01.01.2011 bis einschließlich einer Leistung von 30 KWp bei Volleinspeisung des produzierten Stroms 28,74 ct/KWh. Bei einer Einspeisung von 8,64 MWh im ersten Betriebsjahr erhält der Betreiber bei Volleinspeisung eine Einspeisevergütung i. H. v. 2.483,14 EUR. In den Folgejahren reduzieren sich die Einspeisevergütungen aufgrund der Alterung der Photovoltaikanlage um 0,9 % pro Jahr.

3.2. Einnahmen bei anteiligem Direktverbrauch

Entscheidet sich der Betreiber für die Direktverbrauchsregelung, so wird die Einspeisevergütung gem. § 33 Abs. 2 EEG um 16,38 ct./KWh für den Anteil des Stroms, der 30 % der im selben Jahr durch die Anlage erzeugten Strommenge nicht übersteigt, und um 12 ct./KWh für den darüber hinausgehenden Anteil dieses Stroms reduziert. Diesem Abzug stehen die eingesparten Strombezugskosten gegenüber. Im Grundtarif der Stadtwerke Elmshorn beträgt der Arbeitspreis ab dem 01.01.2011 19,48 ct/KWh.[3]

Beträgt der nachgewiesene Direktverbrauch 50 % des produzierten Stroms, so erhält der Betreiber der Photovoltaikanlage für die ersten 2,592 MWh (30 % von 8,64 MWh) eine Vergütung von 12,36 ct./KWh, für die nächsten 1,728 MWh (20 % von 8,64 MWh) eine Vergütung von 16,74 ct./KWh und für die restlichen 4,32 MWh (50 % von 8,64 MWh) eine Vergütung von 28,74 ct./KWh. Die gesamte Einspeisevergütung beträgt somit 1.851,21 EUR. Darüber hinaus kann der Anlagenbetreiber für den Direktverbrauch i. H. v. 4,32 MWh die Strombezugskosten i. H. v. 19,48 ct./KWh, also 841,15 EUR einsparen.

3.3. Betriebskosten

Der Einspeisevergütung stehen die laufenden Betriebskosten der Photovoltaikanlage in Form von Versicherungskosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten sowie Verwaltungs- und Steuerberatungskosten gegenüber. Hierfür werden im ersten Betriebsjahr folgende Daten angenommen:

[3] Vgl. http://www.stadtwerke-elmshorn.de/cms/Privatkunden/Strom/Grund-_und_Ersatzversorgung.html, Zugriff am 02.12.2010, 12.10 Uhr.

Position	in EUR
Elektronik- und Allgefahren-Versicherung (10,00 €/KWp)	100,00
Haftpflichtversicherung (4,00 €/KWp)	40,00
Verwaltung/Steuerberatung	60,00
Wartung und Instandhaltung (15,00 €/KWp)	150,00
Summe:	**350,00**

Übersicht 2: Jährliche Betriebskosten der Photovoltaikanlage

Die Versicherungskosten hängen von verschiedenen Faktoren ab; sie werden jedoch maßgeblich durch die Größe der Anlage in KWp beeinflusst.

Da der Betreiber der Photovoltaikanlage Unternehmer i. S. des § 2 UStG ist, ist er sowohl zur USt-Voranmeldung[4] als auch zur jährlichen USt-Erklärung verpflichtet. Darüber hinaus erzielt er Einkünfte aus Gewerbebetrieb gem. § 15 Abs. 1 Nr. 1 EStG im Rahmen seiner Einkommensteuer, die er gem. § 4 Abs. 3 EStG anhand einer Einnahmen-Überschuss-Rechnung ermitteln muss. Die Kosten für die Steuerberatung und die sonstigen Verwaltungskosten werden hier konservativ auf 60 EUR/Jahr geschätzt, da davon ausgegangen wird, dass der Betreiber diese Tätigkeiten überwiegend selbst durchführt.

Für Wartung und Instandhaltung werden jährliche Kosten von 150 EUR (15 EUR/KWp) angesetzt.

Die Betriebskosten steigen in den folgenden Jahren um 2 % p. a. an.

3.4. Finanzierungskosten

Zur Finanzierung der Anschaffungskosten wird ein Kredit aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien (Programmnummer 270) in Anspruch genommen.[5] Dieses sieht ein Disagio von 4 % des Kreditbetrags vor. Die Kreditsumme muss folglich um das Disagio erhöht werden, um die Anschaffungskosten vollständig fremdfinanzieren zu können. Im Beispielfall wird eine Laufzeit von 20 Jahren mit gleichmäßigen vierteljährlichen Tilgungsraten gewählt. Von der Möglichkeit der jederzeitigen, kostenfreien Sondertilgung wird jedoch Gebrauch gemacht. Der Zinssatz des Kreditprogramms orientiert sich an der Entwicklung des Kapitalmarkts und wird über zehn Jahre festgeschrieben. Im vorliegenden Beispiel wird mit einem nominellen Zinssatz von 3 % gerechnet, der auch nach Ablauf der Zinsbindungsfrist verfügbar ist.

---

[4] In den ersten zwei Betriebsjahren ist die USt-Voranmeldung grundsätzlich monatlich, danach vierteljährlich einzureichen, vgl. § 18 Abs. 2 Sätze 1 und 4 UStG.

[5] Weitere Informationen unter URL: http://www.kfw-mittelstandsbank.de/DE_Home/Erneuerbare_Energien/KfW-Programm_Erneuerbare_Energien_-_Standard/index.jsp, Zugriff am 03.12.2010, 10.19 Uhr.

3.5. Umsatzsteuer

Sofern der erzeugte Strom einer Photovoltaikanlage ganz oder teilweise, regelmäßig und nicht nur gelegentlich in das allgemeine Stromnetz eingespeist wird, ist nach Auffassung der Finanzverwaltung das Betreiben einer solchen Anlage eine nachhaltige Tätigkeit, die die Unternehmereigenschaft nach § 2 UStG begründet.[6] Der produzierte Strom gilt auch dann an den vergütungspflichtigen Netzbetreiber geliefert, wenn er vom Anlagenbetreiber nachweislich dezentral verbraucht wird (Direktverbrauch).[7] In diesem Fall wird umsatzsteuerrechtlich zunächst die gesamte von der Photovoltaikanlage produzierte Elektrizität an den Netzbetreiber geliefert. Bemessungsgrundlage für diese Lieferung ist umsatzsteuerrechtlich die ungekürzte Einspeisevergütung nach § 33 Abs. 1 EEG (28,74 ct./KWh). Für den direkt verbrauchten Strom liegt umsatzsteuerlich eine Rücklieferung vor. Als Bemessungsgrundlage für die Rücklieferung wird die Differenz zwischen der Einspeisevergütung nach § 33 Abs. 1 Nr. 1 EEG und der Einspeisevergütung gem. § 33 Abs. 2 EEG herangezogen. Für den Anteil des direkt verbrauchten Stroms, der 30 % des produzierten Stroms nicht übersteigt, beträgt die Bemessungsgrundlage somit 12,36 ct./KWh (28,74 ct./KWh – 16,38 ct./KWh), für darüber hinausgehenden direkt verbrauchten Strom 16,74 ct./KWh (28,74 ct./KWh – 16,38 ct./KWh).[8]

Aufgrund der Unternehmereigenschaft des Betreibers der Photovoltaikanlage kann für die Investitionskosten und für die laufenden Betriebskosten unter den allgemeinen Voraussetzungen des § 15 UStG die Vorsteuer gezogen werden.[9] Deshalb kann auf die Berücksichtigung der Umsatzsteuer in den Beispielrechnungen verzichtet werden.[10]

Der privat verbrauchte Strom stellt keine unentgeltliche Wertabgabe i. S. d. § 3 Abs. 1b UStG dar, da es sich um eine Leistung handelt, die der Unternehmer nicht für den unternehmerischen Bereich erworben hat. Der vom Netzbetreiber zurück gelieferte Strom wird vom Unternehmer für private Zwecke genutzt. Somit kann für die Rücklieferung des Stroms gem. § 15 Abs. 1 Satz 2 UStG keine Vorsteuer gezogen werden.[11]

3.6. Ertragsteuern

Der Betrieb einer Photovoltaikanlage, bei der der produzierte Strom ganz oder teilweise in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird, stellt eine gewerbliche Tätigkeit dar, die gem. § 15 Abs. 1 Nr. 1 EStG Einkünfte aus Gewerbebetrieb generiert. Da der Betreiber in der Re-

---

6 Vgl. Tz. 2.5 Abs. 1 UStAE.

7 Vgl. Tz. 2.5 Abs. 2 UStAE.

8 Vgl. Tz. 2.5 Abs. 3-5 UStAE.

9 Vgl. Tz. 2.5 Abs. 6 Satz 2 UStAE.

10 Ggf. kann ein geringfügiger umsatzsteuerlicher Vorteil beim Direktverbrauch des produzierten Stroms entstehen, da die Bemessungsgrundlage bei der Rücklieferung durch den Netzbetreiber mit 16,74 ct./KWh bzw. 12,36 ct./KWh geringer ist als die Bemessungsgrundlage beim Fremdbezug des Stroms über ein Energieversorgungsunternehmen. Dieser Vorteil wird im Folgenden vernachlässigt.

11 Vgl. Tz. 2.5 Abs. 5 Satz 4 und 5 UStAE.

gel nicht gesetzlich zur Führung von Büchern verpflichtet ist, werden die Einkünfte gem. § 4 Abs. 3 EStG nach der Einnahmen-Überschuss-Rechnung ermittelt.

Einnahmen generiert der Betreiber der Photovoltaikanlage insbesondere aus den Einspeisevergütungen gem. § 33 EEG, die ihm der Netzbetreiber erstatten muss. Bei anteiligem Direktverbrauch wird der Strom zunächst vollständig – analog zur umsatzsteuerlichen Behandlung – gegen Zahlung der ungekürzten Einspeisevergütung gemäß § 33 Abs. 1 Nr. 1 EEG an den Netzbetreiber verkauft. Dieser verkauft den Strom zum Differenzbetrag zwischen der Einspeisevergütung nach § 33 Abs. 1 Nr. 1 EEG und der Einspeisevergütung gem. § 33 Abs. 2 EEG an den Betreiber der Photovoltaikanlage zurück. Der Betreiber entnimmt dann diesen Strom aus dem Betriebsvermögen für private Zwecke. Die Entnahme muss gem. § 6 Abs. 1 Nr. 4 EStG zum Teilwert bewertet werden. Als Teilwert kann der Arbeitspreis herangezogen werden, den der Betreiber beim Strombezug an seinen Energieversorger zu entrichten hat.

Die laufenden Betriebskosten (siehe Übersicht 2) stellen Betriebsausgaben dar. Darüber hinaus können Betriebsausgaben in Höhe der Absetzungen für Abnutzungen nach § 7 Abs. 1 EStG angesetzt werden. Aufgrund des Wegfalls der degressiven Abschreibung gem. § 7 Abs. 2 EStG zum 01.01.2011 können die Anschaffungskosten der Anlage nur linear über die Nutzungsdauer von 20 Jahren abgeschrieben werden, folglich 5 v. H. pro Jahr. Darüber hinaus besteht jedoch die Möglichkeit, eine Sonderabschreibung zur Förderung von kleinen und mittleren Betrieben gem. § 7g Abs. 5 EStG in Anspruch zu nehmen, da die Kriterien des § 7g Abs. 6 EStG in der Regel erfüllt sein werden. Somit können in den ersten fünf Betriebsjahren Sonderabschreibungen bis zu insgesamt 20 v. H. angesetzt werden; bei gleichmäßiger Verteilung also 4 v. H. pro Jahr. Da die Sonderabschreibungen parallel zu den Absetzungen für Abnutzungen nach § 7 Abs. 1 EStG angesetzt werden können, können in den ersten fünf Jahren insgesamt 45 v. H. der Anschaffungskosten abgeschrieben werden. Nach Ablauf der Sonderabschreibung sind die restlichen 55 v. H. gem. § 7a Abs. 9 EStG linear über die Restnutzungsdauer von 15 Jahren, folglich in Höhe von 3,67 v. H. pro Jahr, zu verteilen.

Darüber hinaus stellen die Finanzierungskosten Betriebsausgaben dar. Hierzu gehört neben den Zinsen auf den KfW-Kredit auch das Disagio, welches bei Anwendung der Einnahmen-Überschuss-Rechnung vollständig im Jahr der Kreditaufnahme erfasst werden kann. Werden nach der vollständigen Rückzahlung des Kredites überschüssige Gelder verzinslich angelegt, so stellen die vereinnahmten Zinsen Betriebseinnahmen dar.

In den ersten Betriebsjahren werden aufgrund der Sonderabschreibungen in der Regel negative Einkünfte aus Gewerbebetrieb erzielt, die das zu versteuernde Einkommen des Betreibers reduzieren. Im Beispielfall wird davon ausgegangen, dass der spezifische Grenzsteuersatz des Betreibers im Rahmen der Einkommensteuer bei 30 % liegt, was einem zu versteuernden Einkommen von 26.650 EUR bei Einzelveranlagung bzw. 53.300 EUR bei Zusammenveran-

lagung entspricht.[12] Somit reduziert sich die Steuerbelastung des Betreibers i. H. v. 30 % der negativen Einkünfte aus Gewerbebetrieb. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass in Höhe von 5,5 % der Einkommensteuer der Solidaritätszuschlag zu entrichten ist.

Die Einkünfte aus dem Betrieb der Photovoltaikanlage unterliegen aufgrund des Freibetrags in Höhe von 24.500 EUR gem. § 11 Abs. 1 Satz 3 Nr. 1 GewStG in der Regel nicht der Gewerbesteuer.

4. Berechnung der Wirtschaftlichkeit anhand eines vollständigen Finanzplans

4.1. Überblick

Im Folgenden soll die Investition in die Photovoltaikanlage in einem vollständigen Finanzplan[13] für zwei Szenarien gegenübergestellt werden:

1. Szenario: Der Betreiber speist den produzierten Strom vollständig in das öffentliche Stromnetz ein.

2. Szenario: Der Betreiber wählt die Direktverbrauchs-Regelung des § 33 Abs. 2 EEG und kann einen Direktverbrauch von 50 % generieren.

Für beide Szenarien wird ein Endwert im vollständigen Finanzplan ermittelt. Der Betrachtungszeitraum entspricht der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer der Photovoltaikanlagen von 20 Jahren. Die Vergütungsdauer kann maximal 12 Monate länger ausfallen, da die Vergütung gem. § 21 Abs. 2 EEG für 20 Kalenderjahre zzgl. Inbetriebnahmejahr gezahlt wird. Die Vorteile der Photovoltaikanlage nach Ablauf von 20 Jahren werden nicht betrachtet, da diese unabhängig von der zuvor gewählten Vergütungsform (Volleinspeisung oder Direktverbrauch) anfallen werden. Die technischen und wirtschaftlichen Kerndaten des Beispielfalls sind in der folgenden Übersicht tabellarisch zusammengefasst:

---

[12] Vgl. hierzu Lühn, Progressiver Tarif versus Stufentarif in der Einkommensteuer: Vergleich des Einkommensteuer-Tarifs des Veranlagungszeitraums 2010 mit dem FDP-Stufentarif, Arbeitspapiere der Nordakademie, Nr. 2010-6, URL: https://www.nordakademie.de/fileadmin/downloads/Arbeitspapiere/AP_2010_06.pdf, S. 3.

[13] Zur grundsätzlichen Funktionsweise des vollständigen Finanzplans vgl. Grob, Einführung in die Investitionsrechnung, 5. Auflage, München 2006, S. 104-130.

Elektrische Leistung:	10,00	KWp
Anschaffungskosten:	26.000,00	EUR
Nutzungsdauer:	20	Jahre
Einspeisevergütung bei Einspeisung:	28,74	ct./KWh
Einspeisevergütung Direktverbrauch < 30 %:	12,36	ct./KWh
Einspeisevergütung Direktverbrauch > 30 %:	16,74	ct./KWh
Produzierter Strom im ersten Betriebsjahr:	8,64	MWh
Alterung der Anlage pro Jahr:	0,9	%
Elektronik- und Allgefahren-Versicherung:	10,00	EUR/KWp
Haftpflichtversicherung:	4,00	EUR/KWp
Verwaltung/Steuerberatung:	6,00	EUR/KWp
Wartung und Instandhaltung:	15,00	EUR/KWp
Einkommensteuersatz des Betreibers:	30,0	%
Stromkosten Fremdbezug:	19,48	ct./KWh
Steigerung der Stromkosten pro Jahr:	3	%
Disagio des Kredits:	4	%
nomineller Zinssatz des Kredits:	3	%
Habenzinsen:	1	%

Übersicht 3: Technische und wirtschaftliche Kerndaten des Beispielfalls

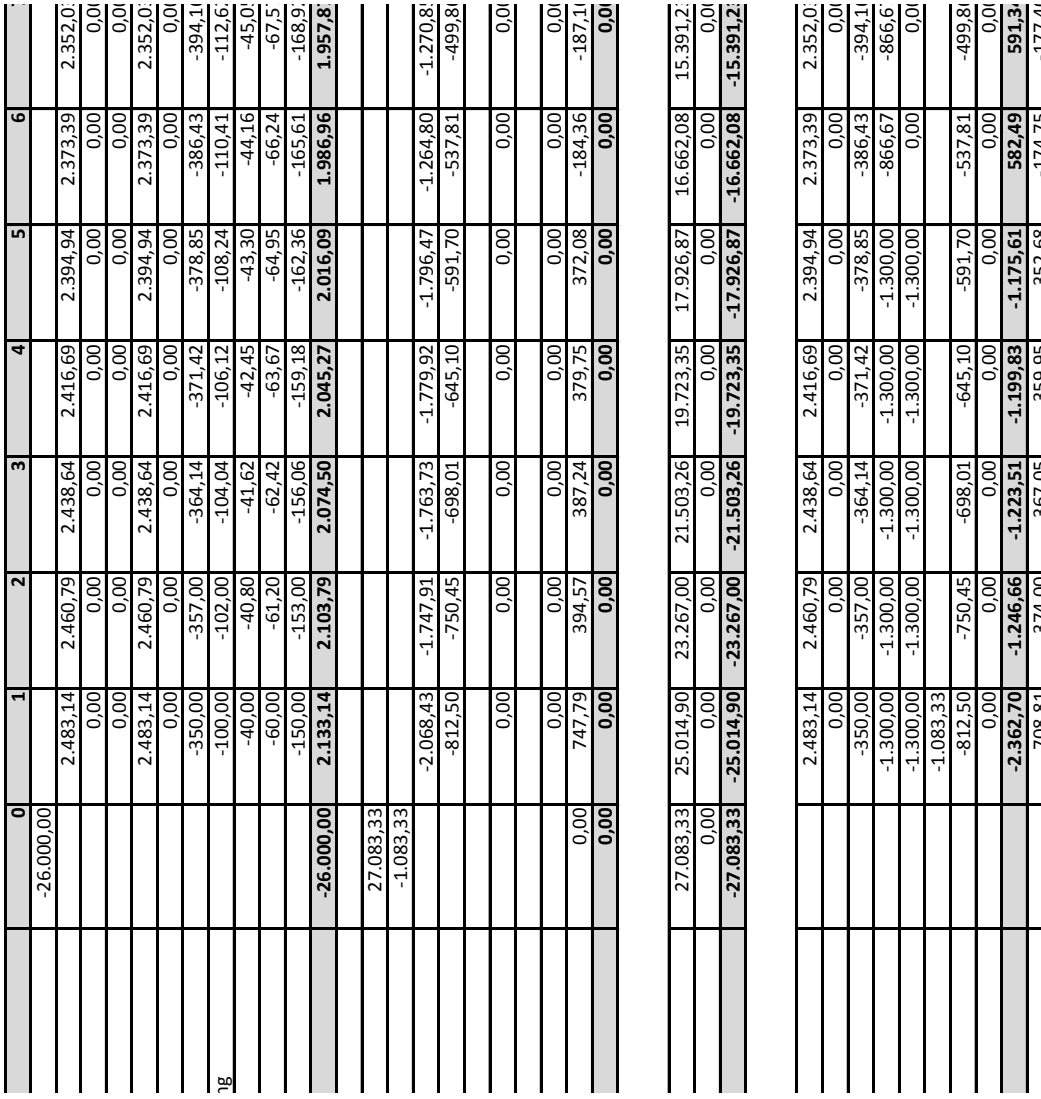
4.2. Volleinspeisung

Im ersten Szenario soll die Wirtschaftlichkeit der Investition bei Volleinspeisung des produzierten Stroms in das öffentliche Stromnetz analysiert werden.

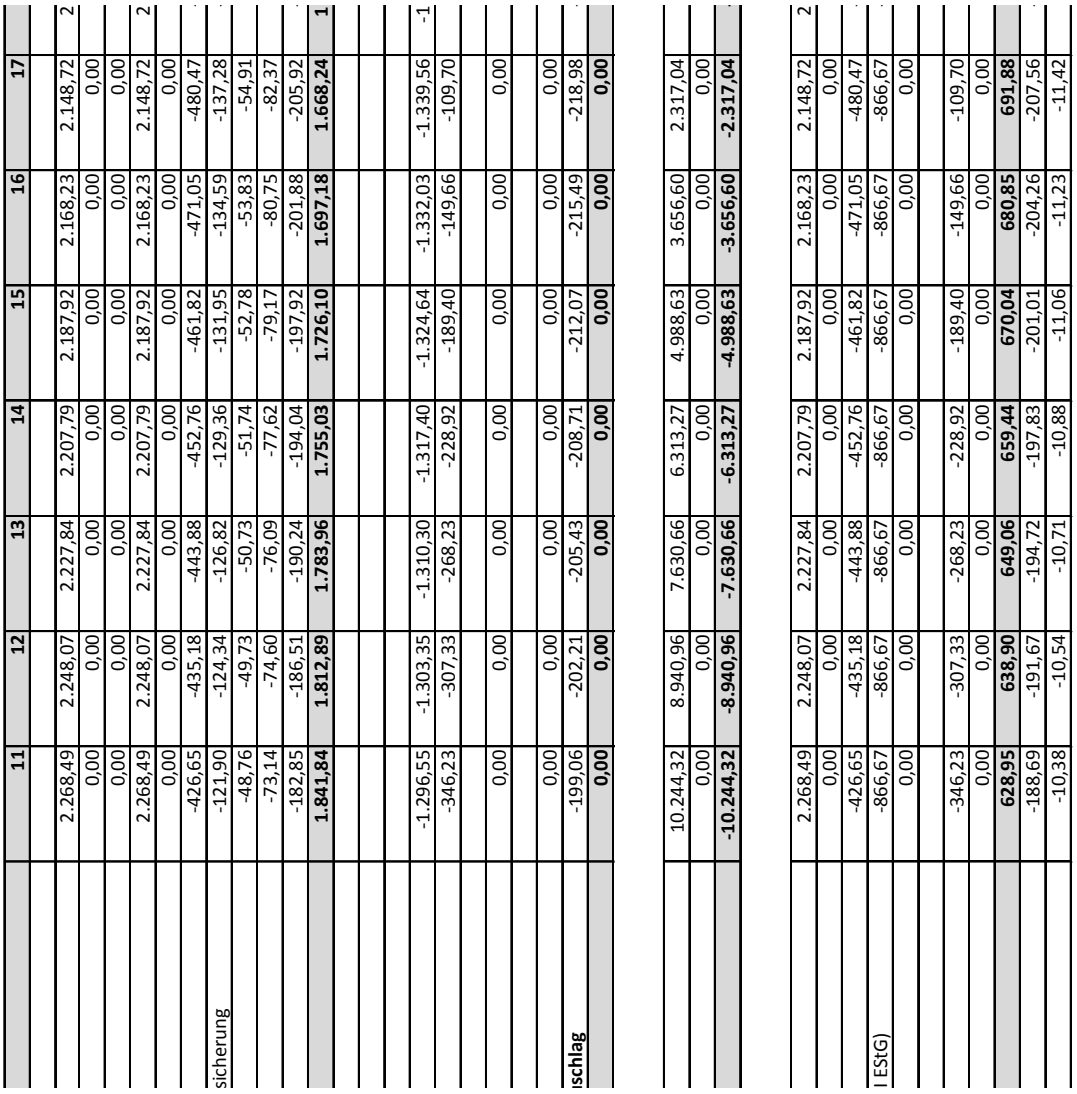
Die grundsätzliche Funktionsweise des vollständigen Finanzplans soll im Folgenden anhand der Jahre t=0 und t=1 erläutert werden. Zum Zeitpunkt der Anschaffung der Photovoltaikanlage (t=0) wird ein KfW-Kredit aufgenommen, der unter Abzug des Disagios in Höhe von 4 % des Kreditbetrags die Anschaffungskosten decken muss. Damit ergibt sich in t=0 ein Finanzierungssaldo von Null. In t=1 fallen die ersten Einspeisevergütungen in Höhe von 2.483,14 EUR an. Diesen Einzahlungen stehen Betriebskosten in Höhe von 350 EUR gegenüber. In t=1 kann folglich ein Einzahlungsüberschuss von 2.133,14 EUR erzielt werden. Im Steuermodul werden im Rahmen der Einnahmen-Überschuss-Rechnung die Einkünfte aus Gewerbebetrieb (EaGB) berechnet, die im ersten Jahr aufgrund der Sonderabschreibungen mit 2.362,70 EUR negativ sind. Somit erhält der Betreiber der Anlage eine Einkommensteuererstattung in Höhe von 708,81 EUR (30 % von 2.362,70 EUR) sowie eine Erstattung des Solidaritätszuschlags (SolZ) in Höhe von 28,98 (5,5 % von 708,81 EUR). Der Einzahlungsüberschuss der Investition und die Steuererstattung können eingesetzt werden, um die Kreditzinsen i. H. v. 812,50 EUR zu zahlen und den Kredit um 2.029,45 EUR zu verringern. Damit ist

in t=1 der Finanzierungssaldo Null. Der Kreditbetrag reduziert sich in t=1 von 27.083,33 EUR auf 25.053,89 EUR.

Eine vollständige Tilgung des Kredits ist in t=19 möglich. Bis zum Ende der Nutzungsdauer wird darüber hinaus ein Guthaben in Höhe von 1.743,06 EUR aufgebaut. Der vollständige Finanzplan bei Volleinspeisung kann der Übersicht 4 auf den folgenden Seiten entnommen werden:



Übersicht 4: Vollständiger Finanzplan der Beispielinvestition bei Volleinspeisung



	11	12	13	14	15	16	17	
	2.268,49	2.248,07	2.227,84	2.207,79	2.187,92	2.168,23	2.148,72	2
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	2.268,49	2.248,07	2.227,84	2.207,79	2.187,92	2.168,23	2.148,72	2
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	-426,65	-435,18	-443,88	-452,76	-461,82	-471,05	-480,47	
sicherung	-121,90	-124,34	-126,82	-129,36	-131,95	-134,59	-137,28	
	-48,76	-49,73	-50,73	-51,74	-52,78	-53,83	-54,91	
	-73,14	-74,60	-76,09	-77,62	-79,17	-80,75	-82,37	
	-182,85	-186,51	-190,24	-194,04	-197,92	-201,88	-205,92	
	1.841,84	**1.812,89**	**1.783,96**	**1.755,03**	**1.726,10**	**1.697,18**	**1.668,24**	**1**
	-1.296,55	-1.303,35	-1.310,30	-1.317,40	-1.324,64	-1.332,03	-1.339,56	-1
	-346,23	-307,33	-268,23	-228,92	-189,40	-149,66	-109,70	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
schlag	-199,06	-202,21	-205,43	-208,71	-212,07	-215,49	-218,98	
	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	
	10.244,32	8.940,96	7.630,66	6.313,27	4.988,63	3.656,60	2.317,04	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	-10.244,32	**-8.940,96**	**-7.630,66**	**-6.313,27**	**-4.988,63**	**-3.656,60**	**-2.317,04**	
	2.268,49	2.248,07	2.227,84	2.207,79	2.187,92	2.168,23	2.148,72	2
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	-426,65	-435,18	-443,88	-452,76	-461,82	-471,05	-480,47	
l EStG)	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	-346,23	-307,33	-268,23	-228,92	-189,40	-149,66	-109,70	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	628,95	**638,90**	**649,06**	**659,44**	**670,04**	**680,85**	**691,88**	
	-188,69	-191,67	-194,72	-197,83	-201,01	-204,26	-207,56	
	-10,38	-10,54	-10,71	-10,88	-11,06	-11,23	-11,42	

Übersicht 4 (Fortsetzung): Vollständiger Finanzplan der Beispielinvestition bei Volleinspeisung

4.3. Anteiliger Direktverbrauch

4.3.1. Direktverbrauch in Höhe von 50 Prozent

Im Folgenden wird der Beispielfall in der Weise geändert, dass ein Direktverbrauch in Höhe von 50 Prozent des produzierten Stroms angenommen wird. Dieser Anteil bleibt über die gesamte Laufzeit konstant. Es wird folglich die Annahme getroffen, dass den sinkenden produzierten Strommengen aufgrund der Alterung der Photovoltaikmodule auch ein geringerer Direktverbrauch gegenübersteht.

Die Finanzierung der Anschaffungskosten der Photovoltaikanlage erfolgt wiederum über die Aufnahme eines Kredits unter Abzug des Disagios. In t=1 fallen die ersten Einspeisevergütungen an: Hierbei muss zwischen den Einspeisevergütungen

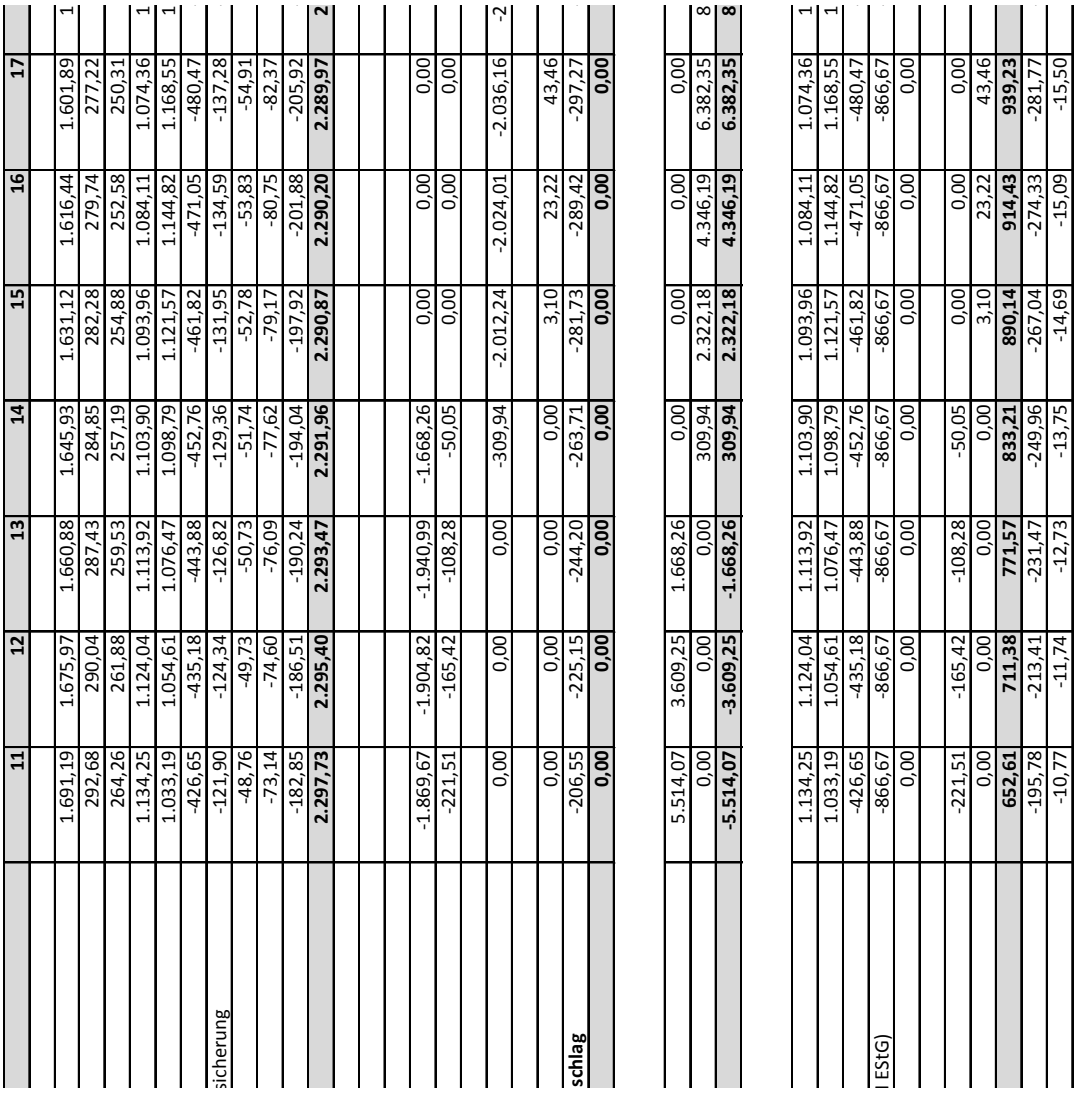
- für den Direktverbrauch, der die ersten 30 % des produzierten Stroms abdeckt (insgesamt 320,37 EUR bei 12,36 ct./KWh),
- für den Direktverbrauch, der 30 % des produzierten Stroms übersteigt (insgesamt 289,27 EUR bei 16,74 ct./KWh) und
- für den eingespeisten Strom (insgesamt 1241,57 EUR bei 28,74 ct./KWh)

unterschieden werden. Neben diesen Einspeisevergütungen in Höhe von 1.851,12 EUR können Stromkosten in Höhe von 841,54 EUR eingespart werden. Diesen Einzahlungen stehen Auszahlungen aus den laufenden Betriebskosten in Höhe von 350 EUR gegenüber. Aufgrund der negativen Einkünfte aus Gewerbebetrieb in Höhe von 2.153,09 EUR werden von den Finanzbehörden 645,93 EUR Einkommensteuer und 35,53 EUR Solidaritätszuschlag erstattet. Der gesamte Einzahlungsüberschuss kann genutzt werden, um die Zinsen auf den Kredit in Höhe von 812,50 EUR und eine Tilgung in Höhe von 2.211,70 EUR zu leisten. Der Finanzierungssaldo in t=1 beträgt damit Null.

In t=14 kann der Kredit vollständig getilgt werden. Bis zum Ende der Nutzungsdauer wird ein Guthabenstand in Höhe von 12.576,74 EUR aufgebaut. Der vollständige Finanzplan bei einem Direktverbrauch in Höhe von 50 % kann der Übersicht 5 auf den folgenden Seiten entnommen werden:

	0	1	2	3	4	5	6	
	-26.000,00							
		1.851,21	1.834,55	1.818,03	1.801,67	1.785,46	1.769,39	1.753,4
		320,37	317,49	314,63	311,80	308,99	306,21	303,4
		289,27	286,66	284,08	281,53	278,99	276,48	273,9
		1.241,57	1.230,39	1.219,32	1.208,35	1.197,47	1.186,69	1.176,0
		841,54	858,98	876,79	894,96	913,52	932,45	951,7
		-350,00	-357,00	-364,14	-371,42	-378,85	-386,43	-394,1
		-100,00	-102,00	-104,04	-106,12	-108,24	-110,41	-112,6
		-40,00	-40,80	-41,62	-42,45	-43,30	-44,16	-45,0
		-60,00	-61,20	-62,42	-63,67	-64,95	-66,24	-67,5
		-150,00	-153,00	-156,06	-159,18	-162,36	-165,61	-168,9
		2.342,74	**2.336,53**	**2.330,68**	**2.325,21**	**2.320,12**	**2.315,41**	**2.311,0**
	27.083,33							
	-1.083,33							
		-2.211,70	-2.101,14	-2.138,51	-2.176,91	-2.216,38	-1.708,33	-1.738,7
		-812,50	-746,15	-683,12	-618,96	-553,65	-487,16	-435,9
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
	0,00	681,45	510,76	490,94	470,66	449,91	-119,92	-136,4
	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,0**
	27.083,33	24.871,64	22.770,50	20.632,00	18.455,08	16.238,70	14.530,37	12.791,6
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
	-27.083,33	**-24.871,64**	**-22.770,50**	**-20.632,00**	**-18.455,08**	**-16.238,70**	**-14.530,37**	**-12.791,6**
		1.851,21	1.230,39	1.219,32	1.208,35	1.197,47	1.186,69	1.176,0
		841,54	858,98	876,79	894,96	913,52	932,45	951,7
		-350,00	-357,00	-364,14	-371,42	-378,85	-386,43	-394,1
		-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	-866,67	-866,6
		-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	-1.300,00	0,00	0,0
		-1.083,33						
		-812,50	-746,15	-683,12	-618,96	-553,65	-487,16	-435,9
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
		-2.153,09	**-1.613,77**	**-1.551,15**	**-1.487,07**	**-1.421,52**	**378,89**	**431,0**
		645,93	484,13	465,34	446,12	426,45	-113,67	-129,3

Übersicht 5: Vollständiger Finanzplan der Beispielinvestition bei Direktverbrauch von 50 Prozent



	11	12	13	14	15	16	17	
	1.691,19	1.675,97	1.660,88	1.645,93	1.631,12	1.616,44	1.601,89	1
	292,68	290,04	287,43	284,85	282,28	279,74	277,22	
	264,26	261,88	259,53	257,19	254,88	252,58	250,31	
	1.134,25	1.124,04	1.113,92	1.103,90	1.093,96	1.084,11	1.074,36	1
	1.033,19	1.054,61	1.076,47	1.098,79	1.121,57	1.144,82	1.168,55	1
	-426,65	-435,18	-443,88	-452,76	-461,82	-471,05	-480,47	
sicherung	-121,90	-124,34	-126,82	-129,36	-131,95	-134,59	-137,28	
	-48,76	-49,73	-50,73	-51,74	-52,78	-53,83	-54,91	
	-73,14	-74,60	-76,09	-77,62	-79,17	-80,75	-82,37	
	-182,85	-186,51	-190,24	-194,04	-197,92	-201,88	-205,92	
	2.297,73	**2.295,40**	**2.293,47**	**2.291,96**	**2.290,87**	**2.290,20**	**2.289,97**	**2**
	-1.869,67	-1.904,82	-1.940,99	-1.668,26	0,00	0,00	0,00	
	-221,51	-165,42	-108,28	-50,05	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	-309,94	-2.012,24	-2.024,01	-2.036,16	-2
	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	23,22	43,46	
schlag	-206,55	-225,15	-244,20	-263,71	-281,73	-289,42	-297,27	
	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	
	5.514,07	3.609,25	1.668,26	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	309,94	2.322,18	4.346,19	6.382,35	8
	-5.514,07	**-3.609,25**	**-1.668,26**	**309,94**	**2.322,18**	**4.346,19**	**6.382,35**	**8**
	1.134,25	1.124,04	1.113,92	1.103,90	1.093,96	1.084,11	1.074,36	1
	1.033,19	1.054,61	1.076,47	1.098,79	1.121,57	1.144,82	1.168,55	1
	-426,65	-435,18	-443,88	-452,76	-461,82	-471,05	-480,47	
l EStG)	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	-866,67	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	-221,51	-165,42	-108,28	-50,05	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	23,22	43,46	
	652,61	**711,38**	**771,57**	**833,21**	**890,14**	**914,43**	**939,23**	
	-195,78	-213,41	-231,47	-249,96	-267,04	-274,33	-281,77	
	-10,77	-11,74	-12,73	-13,75	-14,69	-15,09	-15,50	

Übersicht 5 (Fortsetzung): Vollständiger Finanzplan der Beispielinvestition bei Direktverbrauch von 50 Prozent

4.3.2. Sensitivitätsanalyse bezogen auf die Höhe des Direktverbrauchs

Wie die vorhergehenden Beispielberechnungen gezeigt haben, steigt der Endwert der Investition von 1.743,06 EUR auf 12.567,74 EUR an, wenn anstatt der Volleinspeisung 50 Prozent des produzierten Stroms direkt verbraucht werden. Im Folgenden sollen die Auswirkungen des Direktverbrauchs auf den Endwert der Investition genauer analysiert werden. Die folgende Übersicht zeigt den Endwert der Investition in Abhängigkeit vom Direktverbrauch bei einer angenommenen Strompreissteigerung von 3 % p. a.:

Direktverbrauch	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Endwert	1.743	3.630	5.495	7.342	9.966	12.568
Direktverbrauch	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	
Endwert	15.150	17.713	20.268	22.809	25.344	

Übersicht 6: Veränderung des Endwertes der Investition in Abhängigkeit des Anteils des Direktverbrauchs bei Strompreissteigerungen von 3 % p. a.

Wird der Direktverbrauch um 10 Prozentpunkte erhöht, so steigt der Endwert der Investition bei einem Direktverbrauch zwischen 0 und 30 % um 1.800 EUR bis 2.000 EUR an. Bei einem Direktverbrauch über 30 % nimmt der Endwert bei jeder Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte sogar um 2.500 EUR bis 2.700 EUR zu, da die Kürzung der Einspeisevergütung mit 12 ct./KWh geringer ausfällt.

Eine Erhöhung des Direktverbrauchs kann mithilfe von Investitionen in Speichertechnik oder in intelligente Verbrauchssteuerungsinstrumente realisiert werden. Um den maximalen Betrag ermitteln zu können, der in t=0 in derartige Technik investiert werden kann, ohne den Endwert der Investition zu vermindern, muss die Erhöhung des Endwerts um 20 Jahre auf t=0 abgezinst werden. Bei einem Zinssatz vor Steuern von 3 % p. a. und einem Einkommensteuersatz von 30 % zzgl. SolZ ergibt sich ein Zinssatz nach Steuern von 2,0505 % p. a. (3 % * (1-0,3*1,055)). Die maximalen Beträge, die zur Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte investiert werden dürfen, sind in Übersicht X dargestellt:

Direktverbrauch nach Erhöhung	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Maximale Anfangsinvestitionen	1.257	1.242	1.231	1.749	1.733
Direktverbrauch nach Erhöhung	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Maximale Anfangsinvestitionen	1.721	1.708	1.702	1.694	1.689

Übersicht 7: Maximale Anfangsinvestitionen in Technik zur Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte bei Strompreissteigerungen von 3 % p. a.

Sofern in Speichertechnik investiert wird, ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass ein Teil der gespeicherten Energie aufgrund der geringen Wirkungsgrade verlorengeht und somit nicht mehr für den Verbrauch zur Verfügung steht. Des Weiteren verursacht die Speichertechnik laufende Kosten in Wartung und Instandhaltung. Aufgrund dessen sind Investitionen in intelligente Verbrauchsteuerung vorzuziehen.

Bisher wurde von einer jährlichen Steigerung der Strompreise in Höhe von 5 % p. a. ausgegangen. Wenn die Strompreise hingegen stärker ansteigen, erhöht sich der Vorteil des Direktverbrauchs gegenüber der Einspeisung in das Stromnetz, da die eingesparten Stromkosten zunehmen. Im Folgenden sollen die Ergebnisse des Beispielfalls bei einer jährlichen Strompreissteigerung von 5 % dargestellt werden. Die Endwerte der Investition in Abhängigkeit vom Anteil des Direktverbrauchs können der folgenden Übersicht entnommen werden:

Direktverbrauch	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Endwert	1.743	4.319	6.861	9.374	12.657	15.911
Direktverbrauch	60%	70 %	80 %	90 %	100 %	
Endwert	19.143	22.363	25.567	28.760	31.944	

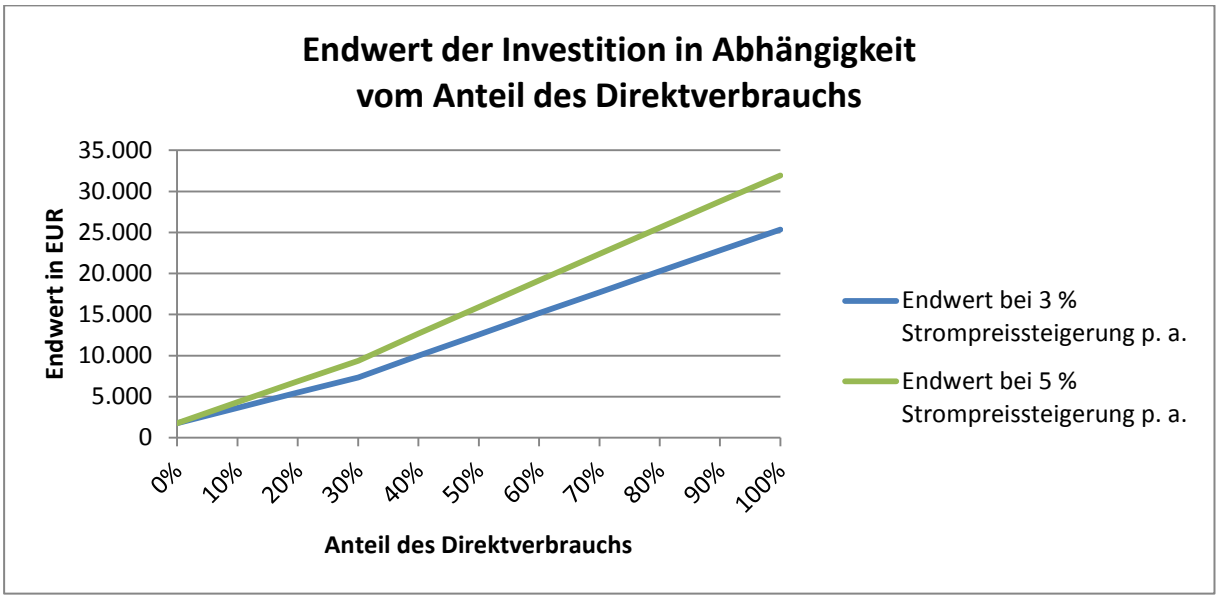
Übersicht 8: Veränderung des Endwertes der Investition in Abhängigkeit des Anteils des Direktverbrauchs bei Strompreissteigerungen von 5 % p. a.

Wird die Differenz der Endwerte bei Steigerung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte auf t=0 abgezinst, so können wiederum die zusätzlichen Investitionskosten errechnet werden, die maximal die hierfür notwendige Speichertechnik bzw. intelligente Verbrauchssteuerungstechnik verursachen darf:

Direktverbrauch nach Erhöhung	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Maximale Anfangsinvestitionen	1.717	1.693	1.675	2.187	2.168
Direktverbrauch nach Erhöhung	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Maximale Anfangsinvestitionen	2.154	2.145	2.135	2.128	2.122

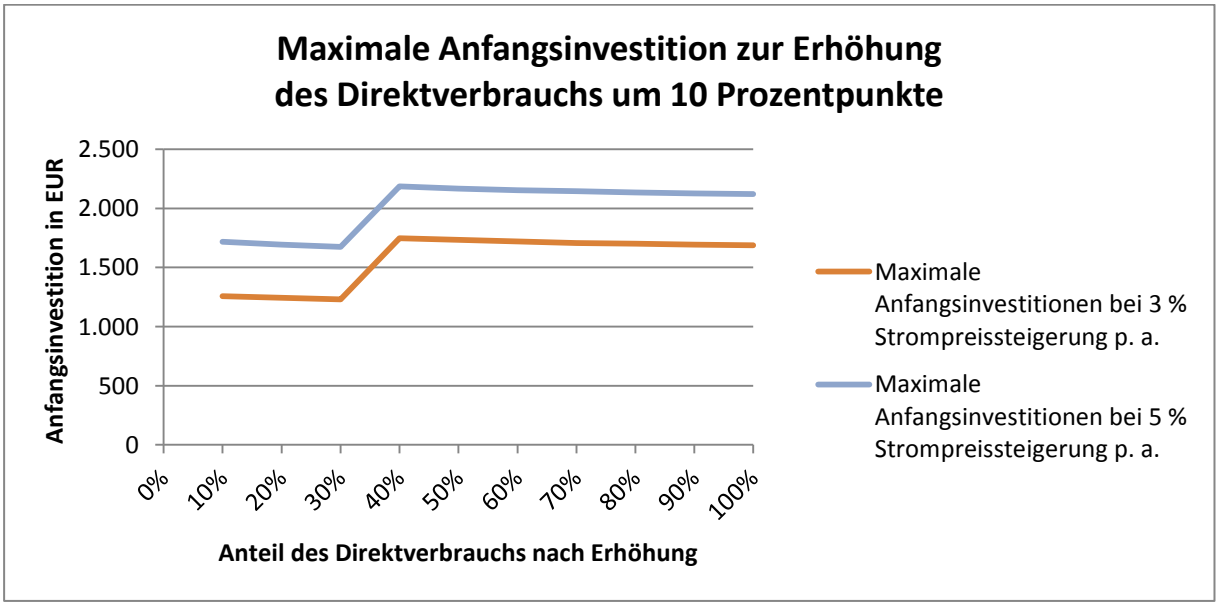
Übersicht 9: Maximale Anfangsinvestitionen in Technik zur Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte bei Strompreissteigerungen von 5 % p. a.

Die Endwerte der Investition in die Beispielanlage in Abhängigkeit von dem Anteil des Direktverbrauchs bei Annahme eines Strompreisanstiegs von 3 % p. a. bzw. von 5 % p. a. werden in der folgenden Übersicht nochmals grafisch gegenübergestellt:



Übersicht 10: Entwicklung des Endwertes der Investition in Abhängigkeit vom Anteil des Direktverbrauchs bei Strompreissteigerungen von 3 % bzw. 5 % p. a.

Je höher der Direktverbrauch ist, desto höher fällt die Differenz zwischen den Endwerten bei einer dreiprozentigen Strompreissteigerung p. a. und einer fünfprozentigen Strompreissteigerung p. a. aus, da die eingesparten Fremdbezugskosten ansteigen. Aufgrund dessen sind auch die maximal möglichen Anfangsinvestitionen zur Erhöhung des Direktverbrauchs bei einem Szenario mit dreiprozentiger Strompreissteigerung p. a. geringer als bei einem Szenario mit fünfprozentiger Strompreissteigerung, wie Übersicht 11 zu entnehmen ist:



Übersicht 11: Maximale Anfangsinvestitionen in Technik zur Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte bei Strompreissteigerungen von 3 % und 5 % p. a.

5. Zusammenfassung

Anhand einer beispielhaften Investition einer Privatperson in eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 10 KWp konnte gezeigt werden, dass der Endwert wesentlich von der Höhe des Direktverbrauchs abhängig ist. Die jetzige Vergütungsstruktur nach § 33 EEG gibt einen Anreiz zur Erhöhung des Direktverbrauchs, da die Kürzung der Vergütungen gegenüber der Volleinspeisung geringer ausfällt als der Vorteil des eingesparten Fremdbezugs des direkt verbrauchten Stroms. Für den Betreiber könnte es folglich vorteilhaft sein, Geld in Technik zur Reduzierung des Direktverbrauchs zu investieren, um einen größeren finanziellen Vorteil aus der Photovoltaikanlage zu ziehen. Dies können Investitionen in entsprechende Speichertechnik oder in Technik zur intelligenten Verbrauchssteuerung sein. Diese Investitionen sind umso lohnenswerter, je höher der Strompreisanstieg in den kommenden Jahren ausfällt. Im Rahmen des Beispielfalls konnte gezeigt werden, dass eine Erhöhung des Direktverbrauchs um 10 Prozentpunkte maximal 1.231 EUR bis 2.187 EUR an Anfangsinvestitionen verursachen darf, damit sich der Endwert nicht verringert. Besonders vorteilhaft ist eine Erhöhung des Direktverbrauchs über die Grenze von 30 %, da die Verringerung der Einspeisevergütung dann nur 12 ct./KWh beträgt. Die Investitionen sollten sich jedoch auf Instrumente zur intelligenten Steuerung des Stromverbrauchs konzentrieren, da Speichermedien i. d. R. mit einem Energieverlust und hohen Betriebskosten verbunden sind. Der wirtschaftliche Vorteil, den der Gesetzgeber mit der Direktverbrauchs-Regelung getroffen hat, wird sich somit bei der Nutzung von Speichertechnik schnell in einen wirtschaftlichen Nachteil umkehren.