

# Wertschöpfung von Photovoltaik-Anlagen

Erstellung eines Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen



## **Impressum**

### **Auftraggeber:**

Diese Studie wurde mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Energie BFE durchgeführt

### **Titelbild:**

Montage einer Solaranlage (ArGe Medien im ZVEH GbR, n.d.)

### **Autorin:**

Nadia Sperr  
Msc. ETH Umwelt-Natw.  
FG Erneuerbare Energien  
ZHAW Wädenswil  
nadia.sperr@zhaw.ch

Campus Grüental  
8820 Wädenswil

### **Projektleitung:**

Jürg Rohrer  
Prof., dipl. Masch. Ing. ETH  
FG Erneuerbare Energien  
ZHAW Wädenswil  
juerg.rohrer@zhaw.ch

Campus Grüental  
8820 Wädenswil

### **Datum:**

22. Juni 2017

## Zusammenfassung

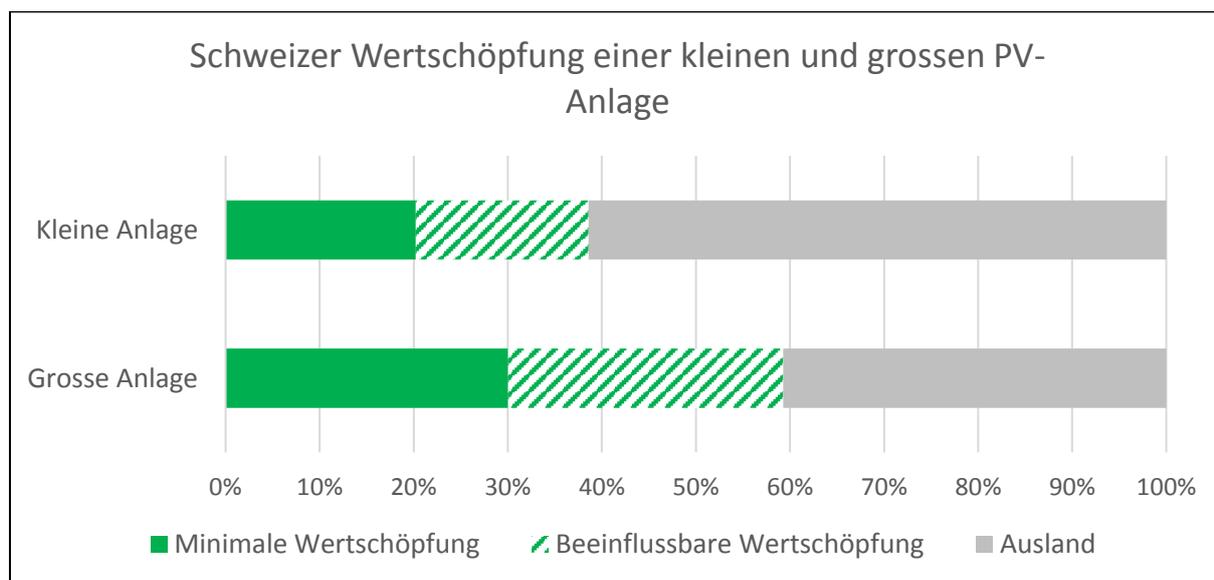
Eine Kauf- oder Investitionsentscheidung wird in ganz seltenen Fällen alleine aufgrund der erforderlichen Funktion des Kaufgegenstandes gefällt. Meist sind Nebeneffekte, wie z.B. Image, visuelle Gestaltung, Mode, Komfort, usw. mindestens so wichtig oder sogar entscheidender als die erforderliche Funktion. Im Energiebereich werden diese Nebeneffekte oft Co-Benefits oder Non-Energy-related-Benefits (NEB) genannt.

Im Zusammenhang mit dem Bau (oder der Förderung des Baus) von Photovoltaik (PV)-Anlagen stellt aus volkswirtschaftlicher Sicht die regionale Wertschöpfung einen solchen NEB dar: Eine Investition in eine PV-Anlage dient nicht nur der Stromversorgung, sondern schafft oder sichert auch Arbeitsplätze. Mit der vorliegenden Arbeit soll die Frage beantwortet werden, welcher Teil der Kosten einer PV-Anlage in der Region bleibt und wie dieser Anteil durch den Bauherrn beeinflusst werden kann.

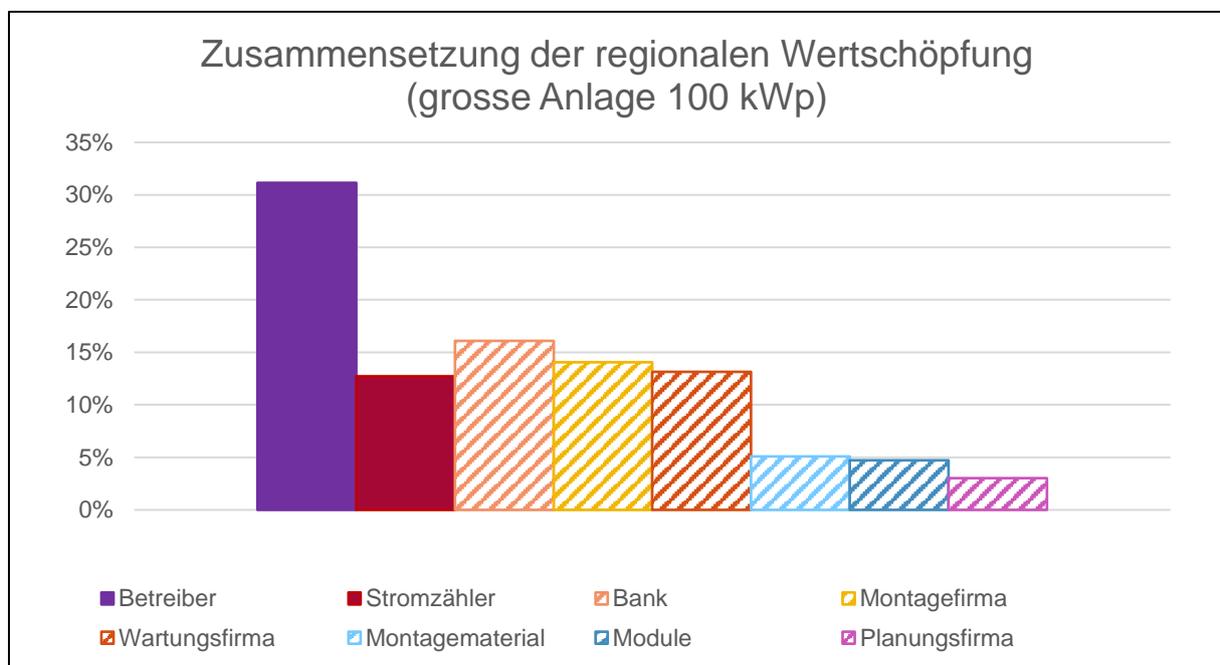
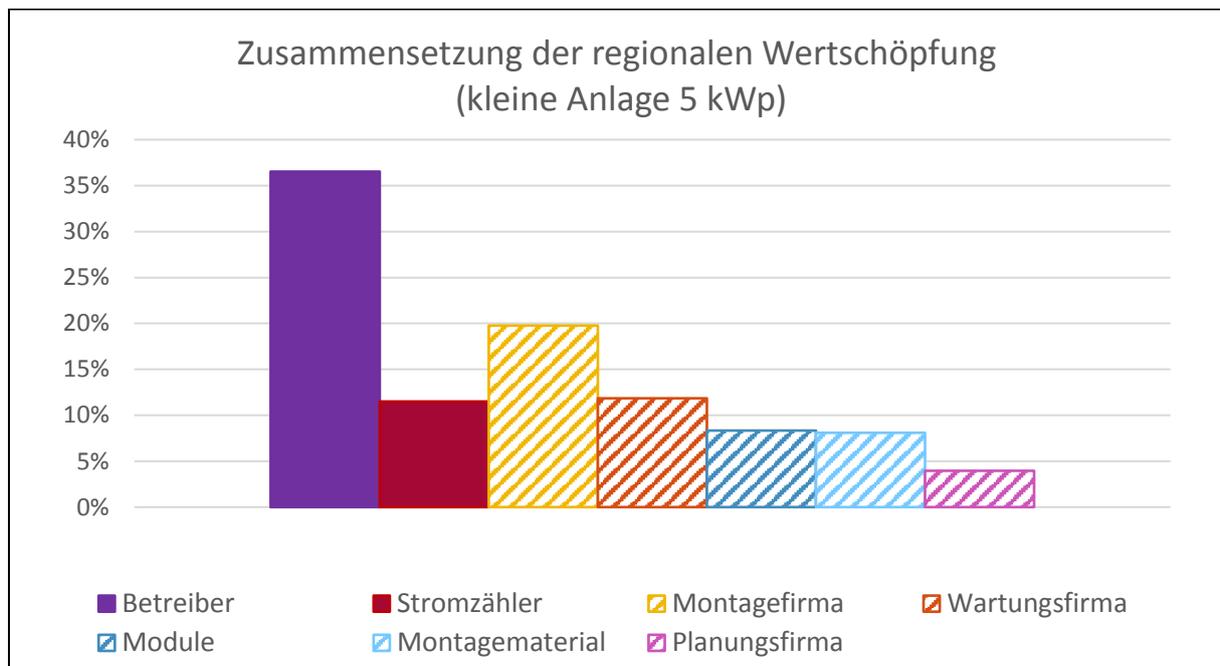
Es gibt bereits Untersuchungen über die regionale Wertschöpfung von PV-Anlagen für gewisse Regionen in der Schweiz und auch für Deutschland. Ein umfassendes Tool, welches die Abschätzung der regionalen Wertschöpfung für den Bau einer spezifischen Anlage in der Schweiz erlaubt, fehlt zurzeit aber. Dabei ist die regionale Wertschöpfung eine gute Kenngrösse, um regionale und kantonale Investitionen und Subventionen in Solaranlagen zu unterstützen. Mit ihr kann gezeigt werden, dass mit dem investierten Geld neben einer erneuerbaren Stromversorgung auch das lokale Gewerbe unterstützt und Arbeitsplätze in der Region erhalten oder geschaffen werden.

Im Vordergrund dieser Arbeit stand die Entwicklung eines einfach zu bedienenden Wertschöpfungsrechners, der mit möglichst wenig Eingaben des Benutzers das gewünschte Resultat berechnen kann. Dabei wurde zur Berechnung der Wertschöpfung die Planung der Anlage, die Herstellung des Materials, die Montage und der Betrieb einbezogen. Gleichzeitig wurde dieser Rechner verwendet, um die Zusammensetzung der regionalen und der Schweizer Wertschöpfung für kleine PV-Anlagen, wie sie z.B. auf einem Einfamilienhaus (EFH) stehen könnten, und für grosse PV-Anlagen zu untersuchen.

Die regionale und die gesamte Wertschöpfung in der Schweiz hängen unter anderem von der Grösse der Anlage ab. Bei einer kleinen EFH-Anlage entspricht die maximal mögliche regionale Wertschöpfung ca. 33% der Gesamtkosten der Anlage, bei einer 1 MW-PV-Anlage ca. 55%. Die maximal in der Schweiz verbleibende Wertschöpfung variiert im Bereich von 38% bis 60%, wobei auch hier die hohen Werte für grosse PV-Anlagen gelten (siehe Abbildung unten).



Den grössten Anteil an der Wertschöpfung macht der Gewinn des Betreibers während den angenommenen 25 Jahren Betriebszeit der Anlage aus (37% bei einer kleinen, 33% bei einer grossen PV-Anlage). Ein regionaler Betreiber stellt deshalb sicher, dass mindestens ein Drittel der maximal möglichen regionalen Wertschöpfung auch wirklich in der Region bleibt. Die Höhe der restlichen regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung kann durch den Bauherrn beeinflusst werden (in den Abbildungen unten schraffiert dargestellt). Die Wahl einer lokalen Montagefirma macht 16 bis 20%, die Wahl einer regionalen Wartungsfirma ca. 12% der maximal möglichen regionalen Wertschöpfung aus. Die Wahl des Materials (Module, Montagematerial) macht jedoch demgegenüber weniger als 10% der maximal möglichen Wertschöpfung aus.



Ein entscheidender Unterschied zwischen grossen und kleinen Anlagen besteht in der Wertschöpfung durch die kreditgebende Bank, welche bei einer kleinen Anlage mit tiefem Fremdkapitaleinsatz

unbedeutend ist. Bei hohem Fremdkapitalanteil führt die Wahl einer regionalen Bank dazu, dass 16% der maximalen regionalen Wertschöpfung erreicht werden.

Bei grossen PV-Anlagen machen zudem die Unterhaltskosten einen grösseren Teil der Gesamtkosten aus als bei kleinen Anlagen. Dies deshalb, weil die Investitionskosten pro kW installierter Leistung für grosse Anlagen tiefer sind, die spezifischen Unterhaltskosten pro kW aber konstant angenommen wurden. Dadurch hat die Wahl einer regionalen Wartungsfirma bei grossen Anlagen einen grösseren Einfluss auf die Wertschöpfung als bei kleinen Anlagen.

Die regionale (bzw. schweizerische) Wertschöpfung kann durch folgende Entscheidungen erhöht werden (in abnehmender Reihenfolge bezüglich Priorität):

1. Regionaler (schweizerischer) Betreiber und Investor für die PV-Anlage
2. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Bank, sofern Fremdkapital notwendig ist
3. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Montagefirma
4. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Wartungsfirma
5. Verwendung von regionalem (schweizerischem) Montagmaterial (Unterkonstruktionen, Kabel, usw.)
6. Verwendung von regional (in der Schweiz) hergestellten Modulen
7. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Planungsfirma für die PV-Anlage

Mit dem Wertschöpfungsrechner auf Excel können die Effekte der Wahl der Dienstleistungsbetriebe und der Herkunft des Materials auf die regionale bzw. schweizerische Wertschöpfung für jede projektierte PV-Anlage individuell bestimmt werden.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
2 Hintergrund: Regionale Wertschöpfung von PV-Anlagen.....	2
2.1 Wertschöpfung von PV-Anlagen .....	3
2.1.1 Aufteilung der Investitionskosten .....	3
2.1.2 Aufteilung der Unterhalts- und Kapitalkosten .....	6
2.1.3 Gesamtkosten einer PV-Anlage.....	7
3 Berechnungsmethodik der regionalen Wertschöpfung.....	10
3.1 Berechnung des Gewinns und der Gewinnsteuer.....	10
3.1.1 Der Spezialfall Bank: .....	11
3.2 Mehrwertsteuer .....	11
3.3 Berechnung des Einkommens und der Einkommenssteuer .....	12
3.4 Einnahmen und Kosten des Anlagebesitzers .....	13
3.4.1 Einkommen und Besteuerung natürlicher Personen .....	13
3.4.2 Gewinn und Besteuerung juristischer Personen.....	14
4 Beschreibung des PV-Wertschöpfungsrechners .....	16
4.1 Beispiel einer kleinen PV-Anlage.....	20
4.2 Beispiel einer grossen PV-Anlage .....	25
4.3 Vergleich der beiden Anlagen .....	31
4.4 Vergleich mit existierenden Wertschöpfungsabschätzungen.....	32
5 Literaturverzeichnis.....	34

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestandteile der regionalen Wertschöpfung (Huemer, 2017, p. 7) .....	2
Abbildung 2: Einflussfaktoren der regionalen Wertschöpfung von PV-Anlagen in der Schweiz .....	4
Abbildung 3: Verteilung der Investitionskosten (Huemer, 2016) .....	5
Abbildung 4: Verteilung der Unterhaltskosten .....	7
Abbildung 5: Zeitlicher Anfall der Kosten einer kleinen PV-Anlage .....	8
Abbildung 6: Zeitlicher Anfall der Kosten einer grossen PV-Anlage.....	9
Abbildung 7: Screenshot des 1. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen.....	17
Abbildung 8: Screenshot des 2. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen.....	18
Abbildung 9: Screenshot der Resultate des Wertschöpfungsrechners für eine 5kWp Anlage.....	19
Abbildung 10: Einnahmen und Ausgaben für eine 5 kWp Anlage .....	21
Abbildung 11: Herkunft des Materials und der beteiligten Firmen .....	21
Abbildung 12: Wertschöpfung einer kleinen PV-Anlage .....	22
Abbildung 13: Verhältnis der regionalen und Schweizer Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer kleinen PV-Anlage.....	23
Abbildung 14: Zusammensetzung der maximalen regionalen und schweizerischen Wertschöpfung .	24
Abbildung 15: Verteilung der Investitionskosten nach Offerte .....	25
Abbildung 16: Anpassung der Kostenverteilung im Tool .....	26
Abbildung 17: Einnahmen und Ausgaben einer 98 kWp Anlage mit KEV-Vergütung.....	27
Abbildung 18: Auswahl der Regionalität für die grosse PV-Anlage.....	28
Abbildung 19: Wertschöpfung einer grossen PV-Anlage nach Offerte.....	29
Abbildung 20: Verhältnis der regionalen und Schweizer Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer grossen PV-Anlage.....	29
Abbildung 21: Zusammensetzung der maximalen regionalen und schweizerischen Wertschöpfung einer grossen Anlage .....	30
Abbildung 22: Mögliche regionale Wertschöpfung einer kleinen und grossen PV-Anlage .....	31
Abbildung 23: Mögliche Schweizer Wertschöpfung einer kleinen und grossen PV-Anlage .....	32

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Feinverteilung der Investitionskosten nach Hirschl et al. (2010) .....	5
Tabelle 2: Kennzahlen für die Berechnung der Wertschöpfung (Huemer, 2016).....	10
Tabelle 3: Eingabeparameter für eine 5 kWp Anlage .....	20
Tabelle 4: Wertschöpfung einer kleinen PV-Anlage in Zahlen .....	22
Tabelle 5: Eingabeparameter für eine 98 kWp Anlage .....	26
Tabelle 6: Wertschöpfung einer grossen PV-Anlage in Zahlen .....	28

# 1 Einleitung

Der Ausbau von erneuerbaren Energien ist ein grosses Thema in der Schweiz. Nach der Annahme des 1. Massnahmenpakets der Energiestrategie am 21. Mai 2017, werden Richtwerte für den Zubau von erneuerbaren Energien für die Jahre 2020 und 2035 festgelegt (BFE, 2016a). Um bis im Jahr 2035 eine Stromproduktion von 11'400 GWh aus neuen erneuerbaren Energien zu erreichen, werden PV-, Wind- und Biomassanlagen über die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) stärker gefördert. Zurzeit ist die Stromgewinnung mittels PV-Anlagen die verbreitetste Form der Nutzung von neuen Erneuerbaren. Im Jahr 2015 wurden durch PV-Anlagen 1.1 TWh Strom produziert (Kaufmann, 2016).

Um den Bau von PV-Anlagen weiter zu fördern, wird vor allem über ökonomische Anreize wie Subventionen argumentiert. Zudem kann zum Beispiel über die Internetseite [sonnendach.ch](http://sonnendach.ch) sehr einfach und schnell abgeschätzt werden, ob ein Standort geeignet für die Solarstromproduktion ist und ob die Anlage sich wirtschaftlich lohnen wird. Auch EnergieSchweiz stellt einen PV-Rechner zur Verfügung, der eine detaillierte Kostenrechnung erlaubt. Doch der Bau von PV-Anlagen bietet auch sogenannte Non-Energy-Benefits (NEBs), welche nicht direkt Kosteneinsparungen durch einen geringeren Strombezug sind. So sind NEBs für PV-Anlagen zum Beispiel ökologische Vorteile im Gegensatz zur Stromproduktion durch Kohle oder Gas und eine höhere Unabhängigkeit von ausländischen Energieimporten. Ein weiterer NEB ist die regionale Wertschöpfung, welche durch die Produktion von Solarstrom und den Bau der Anlagen erhöht werden kann. Diese ist vor allem auch für Gemeinden, Kantone und den Bund interessant, da die für Investitionen eingesetzten Geldmittel so nicht nur zu einer nachhaltigeren Stromproduktion führen, sondern auch das lokale Gewerbe und die lokale Bevölkerung in Form von Arbeitsplätzen unterstützen können.

Die regionale Wertschöpfung durch PV-Anlagen ist für die Schweiz zudem relevant, da durch die Annahme des 1. Massnahmenpakets der Energiestrategie und somit dem Verbot zum Bau von neuen AKW grössere Umstellungen in der Schweizer Stromproduktion erwartet werden. Wie das Beispiel aus Deutschland zu den ökonomischen Auswirkungen des Ausbaus von Wind- und Solaranlagen in zwei Braunkohlegebieten zeigt (Heinbach, Rupp, & Hirschl, 2017), kann die Berechnung der regionalen Wertschöpfung auch dazu verwendet werden, um die Beschäftigungssituation der Energieproduktions-Branche in der näheren Zukunft abzuschätzen.

Um die regionale und die Schweizer Wertschöpfung von konkreten PV-Anlagen und -Projekten aufzeigen zu können, wurde ein PV-Wertschöpfungsrechner programmiert. Das Ziel des Rechners ist die Visualisierung der Wertschöpfung beim Bau und dem Betrieb von PV-Anlagen. Er soll zeigen, welcher Anteil der Wertschöpfung in der Region oder in der Schweiz bleiben kann und durch welche Massnahmen die regionale Wertschöpfung durch die Investoren und Betreiber der Anlagen aktiv beeinflusst werden kann. Dadurch soll die Investition in PV-Anlagen nicht nur als Geld gesehen werden, das für die Produktion von erneuerbaren Energien ausgegeben und danach verloren geht, sondern auch als Unterstützung des Wirtschaftsstandorts Schweiz und der Region.

## 2 Hintergrund: Regionale Wertschöpfung von PV-Anlagen

In diesem Kapitel wird zuerst der Begriff der regionalen Wertschöpfung definiert. Anschliessend wird im Unterkapitel 2.1 aufgezeigt, welche Einflussfaktoren in der späteren Berechnung miteinbezogen wurden. Dies bezieht sich auf die verschiedenen Komponenten für den Bau einer PV-Anlage und den Betrieb. Die verwendete Methodik zur Berechnung der drei Wertschöpfungseffekte Einkommen, Steuern und Gewinn wird anschliessend beschrieben.

Die regionale Wertschöpfung ist ein Non-Energy Benefit (NEB), der vor allem für die öffentliche Hand von Interesse ist. Sie veranschaulicht, welcher Anteil einer Investition in der gewählten Region verbleibt und so das lokale Gewerbe unterstützt. Um die regionale Wertschöpfung zu bestimmen, werden ausgehend vom Umsatz (Investitions- und Betriebskosten der Anlage) alle Vorleistungen und Abschreibungen abgezogen (Huemer, 2017). Eine genaue Übersicht findet sich in Abbildung 1. Die Nettowertschöpfung einer Region kann in folgende drei Wertschöpfungseffekte unterteilt werden:

- Einkommen aus Beschäftigung
- Steuereinnahmen
- Unternehmensgewinne

Zusätzlich dazu können aus dem Einkommen aus Beschäftigung die Vollzeitäquivalente (VZÄ) abgeleitet werden. Sie veranschaulichen, wie viele Personen durch die getätigte Investition und den späteren Betrieb der Anlage für ein Jahr mit einem 100% Pensum beschäftigt werden können. Die Mehrwertsteuer, welche vom Umsatz der beteiligten Betriebe abgezogen wird, wird der schweizerischen Wertschöpfung, nicht aber der regionalen Wertschöpfung angerechnet.

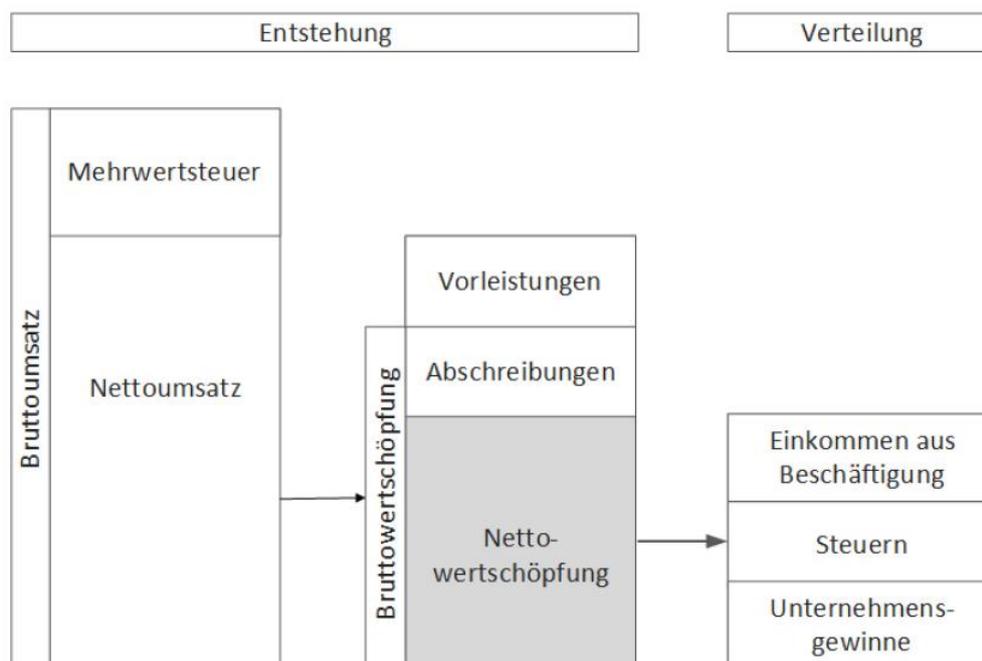


Abbildung 1: Bestandteile der regionalen Wertschöpfung (Huemer, 2017, p. 7)

Um die regionale Wertschöpfung oder auch die Schweizer Wertschöpfung berechnen zu können, braucht es Informationen zur Herkunft des verwendeten Materials und der beteiligten Firmen. Die Herkunft des Materials und der Firmen ist entscheidend dafür, ob die Wertschöpfung im Ausland, in der Schweiz oder in der Region anfällt. Deshalb werden die wichtigsten Komponenten von PV-Anlagen und die wichtigsten beteiligten Firmen als Wertschöpfungsfaktoren bezeichnet. Für einige Komponenten steht bereits fest, dass ihre Wertschöpfung im Ausland anfallen wird, da sie in der Schweiz nicht produziert werden. Diese sind in Abbildung 2 grau markiert und betrifft zum Beispiel die

Herstellung des Wechselrichters (WR). Für die anderen Faktoren kann der Nutzer des Tools selbst angeben, ob diese aus der Region, aus der Schweiz oder aus dem Ausland stammen. Dabei liegt die Entscheidung, wie die Regionsgrenzen verlaufen und welche Firmen als regional angesehen werden alleine beim Nutzer des Tools.

Zusätzlich zur regionalen Wertschöpfung wird auch die Wertschöpfung für die restliche Schweiz berechnet. Diese ist vor allem für die Leistungen interessant, welche gar nicht von Unternehmen aus der gewählten Region erbracht werden können. Darunter fällt zum Beispiel in den meisten Fällen die Produktion der Module, für welche es nur wenige Schweizer Produktionsstandorte gibt. Trotzdem ist es für die Region in diesem Fall besser, auf ein Schweizer Produkt zurückzugreifen. Entsteht die Wertschöpfung in der Schweiz, kann diese indirekt, zum Beispiel über höhere Investitionen des Bundes, der Region wieder zugutekommen.

Bevor genauer beschrieben wird, wie die drei Wertschöpfungseffekte in diesem Wertschöpfungsrechner berechnet werden, folgt hier ein Überblick über die Wertschöpfungskette einer PV-Anlage.

## 2.1 Wertschöpfung von PV-Anlagen

Die Wertschöpfung durch PV-Anlagen wird für fünf Schritte von der Herstellung bis zum Betrieb der Anlage berechnet (Hirschl et al., 2010). Diese sind:

- Planung der Anlage (Pink in Abbildung 3)
- Herstellung der Komponenten (Blau)
- Montage der Anlage (Orange)
- Wartung der Anlage (Rot)
- Anlagen-Betrieb (Stromverkauf) (Violett)

Der Abbau und das Recycling der Anlage wurde ausgeklammert, da die lange Lebensdauer von 25 Jahren eine solche Abschätzung schwierig und ungenau macht. Für die elektronischen Geräte und die Module ist die vorgezogene Recyclinggebühr (vRG) in den Kosten jeweils bereits enthalten.

Einige dieser fünf Schritte wurden in weitere Teilschritte unterteilt. Für die Produktion der Komponenten wurden zudem Vorleistungen für die Herstellung berücksichtigt und klar abgegrenzt, welche Herstellungsschritte in der Schweiz vorkommen.

### 2.1.1 Aufteilung der Investitionskosten

Um die Wertschöpfung zu berechnen, wird der Umsatz der beteiligten Unternehmen hinzugezogen. Dabei werden die Investitionskosten für die Anlage mit dem Umsatz der Unternehmen für die Herstellung des Materials, der Planung und der Montage gleichgesetzt. Um dem Anwender des Tools eine schnelle Übersicht zu ermöglichen, werden die Investitionskosten automatisch mit einer vordefinierten Kostenverteilung auf die Komponenten aufgeteilt.

Die gewählte Standard-Aufteilung nach Huemer (2016) wurde aus Offerten für PV-Anlagen aus dem Jahr 2015 und Literaturwerten aus Hüsser (2015) abgeleitet und ist in Abbildung 3 ersichtlich. Bei Bedarf können diese Werte vom Nutzer z.B. anhand von eingeholten Offerten angepasst werden. Dies wird in Kapitel 4 Beschreibung des PV-Wertschöpfungsrechner näher erklärt. In der Aufteilung befindet sich zudem die Kategorie zusätzliches Material, welche in der Übersicht in Abbildung 3 nicht vorhanden ist. Das liegt daran, dass der Wertschöpfungs-Teilschritt Montagematerial aufgeteilt wurde in das Montagesystem an sich und das zusätzliche Material. Dadurch soll es dem Nutzer vereinfacht werden, die Kosten aus einer Offerte korrekt ins Tool zu übertragen.

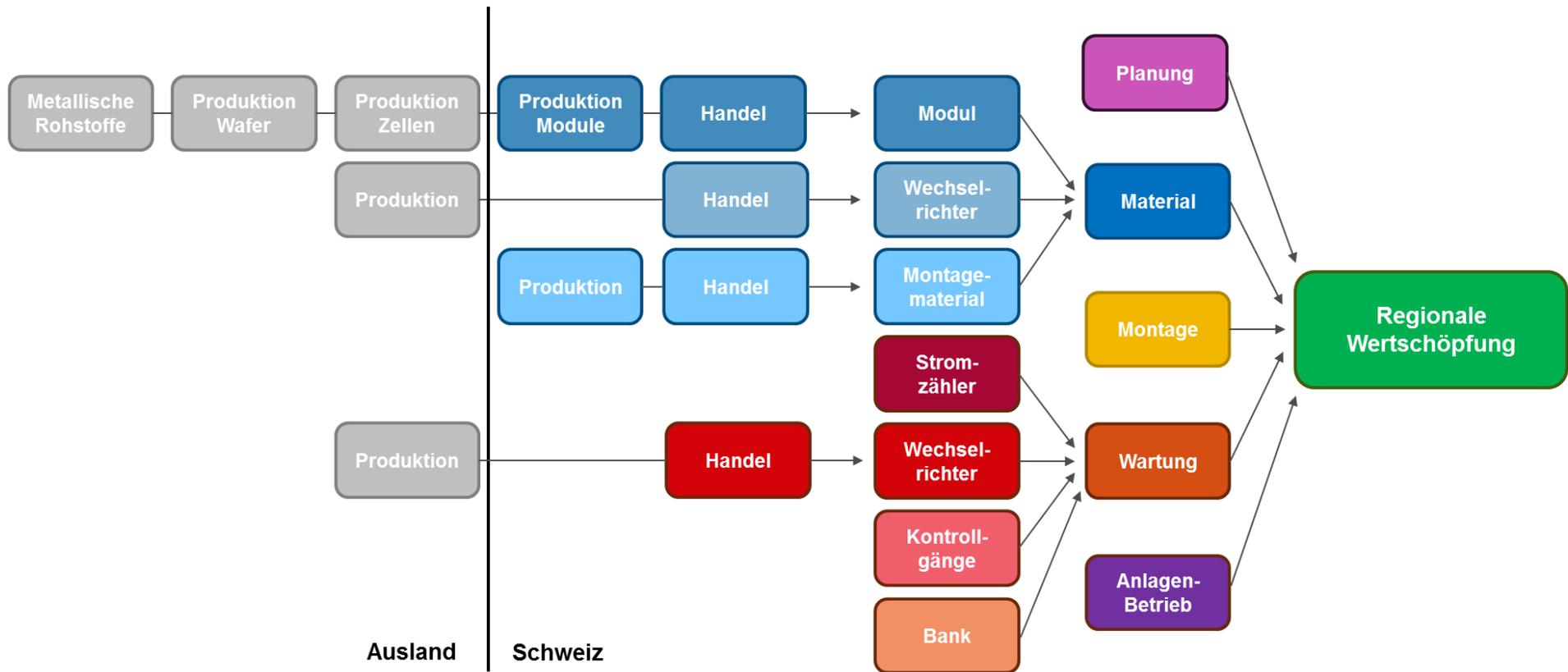


Abbildung 2: Einflussfaktoren der regionalen Wertschöpfung von PV-Anlagen in der Schweiz

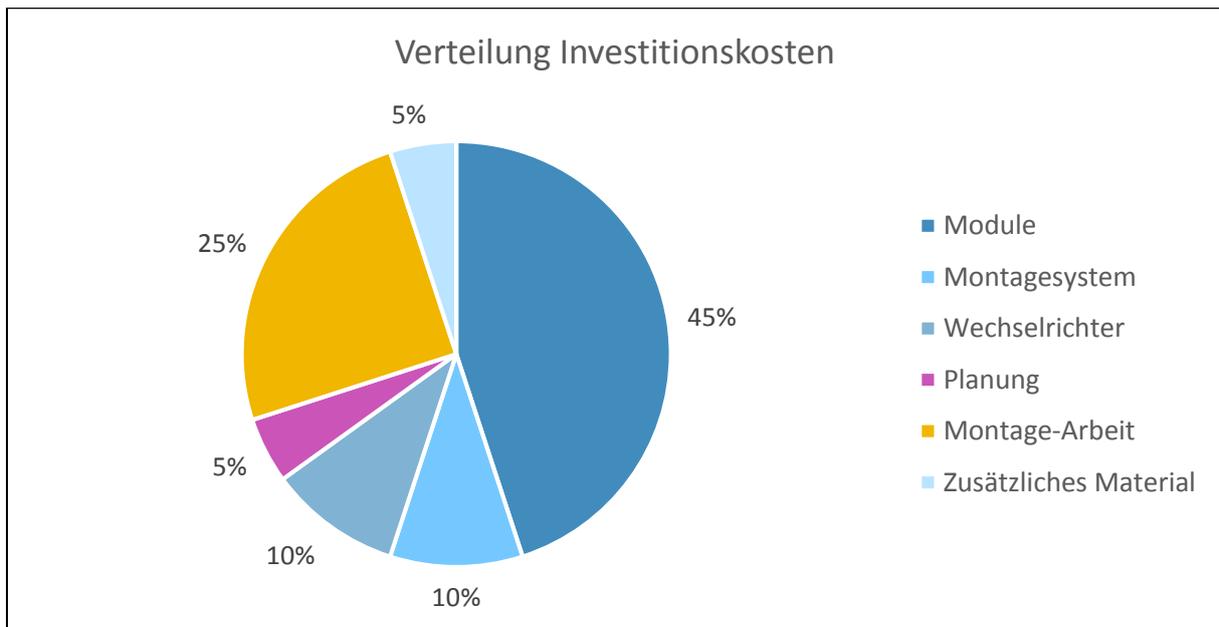


Abbildung 3: Verteilung der Investitionskosten (Huemer, 2016)

Die Herstellung des Materials wird im Folgenden weiter in die verschiedenen Fertigungsschritte unterteilt. Dies geschieht in Anlehnung an die Kostenaufteilung von Hirschl et al. (2010). Sie ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Feinverteilung der Investitionskosten nach Hirschl et al. (2010)

Position	Anteil [%]
<b>Planung</b>	<b>5</b>
<b>Module</b>	<b>45</b>
Handel Module	8
Produktion Module	8
Produktion Zellen	14
Produktion Wafer	8
Gewinnung metallische Rohstoffe	8
<b>Wechselrichter</b>	<b>10</b>
Handel Wechselrichter	2
Produktion Wechselrichter	8
<b>Montagematerial</b>	<b>15</b>
Handel Montagematerial	3
Produktion Montagematerial	12
<b>Montage</b>	<b>25</b>
Montage PV	15
Netzanschluss	10

### Planung der Anlage

Bevor eine PV-Anlage gebaut werden kann, muss diese durch eine Fachperson geplant werden. Dazu gehört zum Beispiel die Ausrichtung der Module, die Stringplanung und die Berücksichtigung von möglichen Verschattungen. Durch eine korrekte Planung kann die Stromproduktion und dadurch der Ertrag aus dem Stromverkauf optimiert werden.

## **Herstellung der Komponenten**

Die Herstellung des Materials für eine PV-Anlage ist in Abbildung 2 in verschiedenen Blautönen dargestellt. Als wichtigste Komponenten sind die Module und die Wechselrichter separat aufgeführt. Das Montagesystem sowie alles andere benötigte Material wird unter dem Begriff Montagematerial zusammengefasst. Ebenfalls wird aus Abbildung 2 ersichtlich, dass die Herstellung von Modulen und des Montagematerials in der Schweiz möglich ist, die Herstellung des Wechselrichters für Netzanlagen findet aber auf jeden Fall im Ausland statt (Hüsser, 2016). Auch die Gewinnung der metallischen Rohstoffe sowie die Produktion der Wafer und Zellen findet nicht in der Schweiz statt. Durch diese Abgrenzung verringert sich die mögliche Wertschöpfung in der Schweiz und somit in der Region, da ein gewisser Anteil der Investition für diese Arbeitsschritte unweigerlich ins Ausland abfließt. Berücksichtigt wurde aber auch für Komponenten aus dem Ausland der Schweizer Grosshandel, welcher die Komponenten an die Montagefirmen weiterverkauft.

## **Montage der Anlage**

Die Montage einer PV-Anlage kann in der Regel innerhalb von wenigen Tagen durchgeführt werden. Da es sich um eine elektrische Installation handelt, wird eine Fachperson benötigt, die die Anlage ans Stromnetz anschliesst.

### 2.1.2 Aufteilung der Unterhalts- und Kapitalkosten

#### **Wartung der Anlage**

Während dem Betrieb der PV-Anlage fallen Unterhaltskosten sowie Kapitalkosten an. Die wichtigsten drei Bestandteile der Unterhaltskosten wurden dabei der Studie von der Basler und Hofmann AG & ZHAW (2015) entnommen. Diese sind:

- Ersatz des Wechselrichters (einmalig)
- Kontrollgänge (periodisch)
- Mietkosten der Stromzähler

Sie sind in Abbildung 2 zusammen mit der Bank als mögliche Kreditgeberin in verschiedenen Rottönen dargestellt.

Die Kontrollgänge und der Ersatz des Wechselrichters werden durch Wartungsfirmen durchgeführt. In der Praxis kann diese Wartungsfirma zugleich auch die Montagefirma sein. Die Mietkosten für den Stromzähler werden an das örtliche Elektrizitätswerk (EW) bezahlt. Nicht miteinbezogen wurde hingegen die Dachvermietung, da diese nicht bei allen PV-Anlagen anfällt. Zusätzlich dazu kann durch die Rückzahlung eines aufgenommenen Kredites auch Wertschöpfung in einer Bank entstehen. Diese Kapitalkosten gehören nicht zu den Unterhaltskosten und werden separat berechnet.

Für die Unterhaltskosten wird standardmässig 3.5 Rp./kWh (inkl. MWSt.) eingesetzt. Dieser Wert stützt sich auf Angaben des BFE (2016b), welche sich wiederum auf die Studie von Basler und Hofmann AG & ZHAW (2015) stützen. Dieser Wert kann vom Benutzer des Wertschöpfungsrechners verändert werden. Abbildung 4 zeigt die Aufteilung der Unterhaltskosten auf die drei Hauptbestandteile Kontrollgänge (35%), Zählerwesen (30%) und Wechselrichter-Ersatz (35%).

Die Positionen Zählerwesen und Wechselrichter-Ersatz können noch weiter unterteilt werden. Für die Vermietung des Stromzählers wird angenommen, dass ein Drittel der Kosten für die Herstellung des Zählers verwendet werden. Diese wird nicht weiter berücksichtigt. Die anderen zwei Drittel werden als Gewinn dem regionalen EW zugeschrieben. Beim Wechselrichter-Ersatz wird davon ausgegangen, dass

ein Drittel der Kosten für die Montage des neuen Wechselrichters anfällt und zwei Drittel der Kosten für die Herstellung des Wechselrichters verwendet werden.

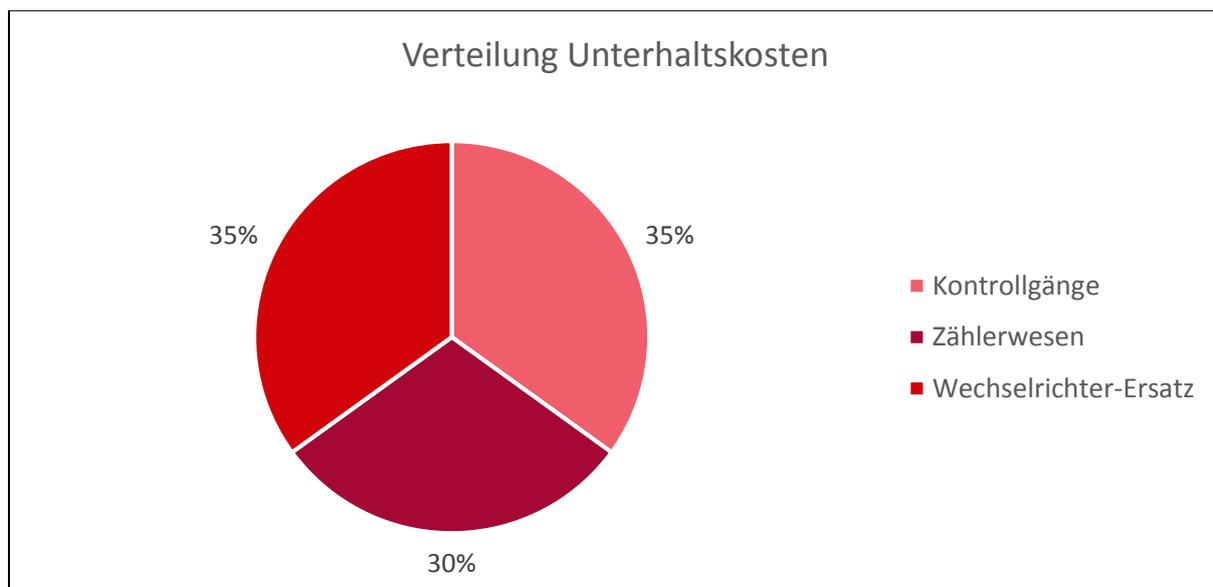


Abbildung 4: Verteilung der Unterhaltskosten

Für die Kapitalkosten werden ebenfalls Default-Werte im Tool hinterlegt, welche vom Benutzer geändert werden können. Darunter fallen der Fremdfinanzierungsgrad von 50%, der Kapitalzinssatz von 3% und die Abschreibungsdauer von 20 Jahren.

### Anlagen-Betrieb

Der Betreiber, in diesem Tool gleichgesetzt mit dem Investor, trägt die gesamten Kosten für die Installation und den Betrieb der Anlage, profitiert aber auch vom Stromverkauf und Kosteneinsparungen durch den Eigenverbrauch des Stroms. Mit den Eingaben vom Benutzer des Tools kann der jährliche Gewinn der Anlage berechnet werden. Dabei werden nicht nur die Einnahmen durch den Stromverkauf, sondern auch die Kosteneinsparungen durch den Eigenverbrauch von PV-Strom berücksichtigt. Bei natürlichen Personen gelten diese Einnahmen aus dem Stromverkauf als Einkommen, bei juristischen Personen als Gewinn, worauf wiederum Steuern bezahlt werden müssen.

#### 2.1.3 Gesamtkosten einer PV-Anlage

Die Gesamtkosten einer PV-Anlage setzen sich aus den einmalig zu zahlenden Investitionskosten und den jährlich anfallenden Unterhalts- und Kapitalkosten sowie den Steuern auf den Stromverkauf zusammen. Die Einmalvergütung ist dabei ein Teil der Investitionskosten und in den Kosten für Module, Wechselrichter etc. enthalten. Sie senkt zwar die Kosten, die tatsächlich vom Anlagenbetreiber getragen werden müssen, nicht aber die Höhe der Investitionskosten. Die sogenannten laufenden Kosten fallen während den 25 Jahren Betriebszeit zum Teil regelmässig, zum Teil aber auch einmalig an. Bei einer kleinen 5 kWp Anlage (näher beschrieben in Unterkapitel 4.1) sind die Investitionskosten mehr als doppelt so gross wie die laufenden Kosten über 25 Jahre Betrieb (Abbildung 5). Den grössten Teil an den laufenden Kosten machen die Unterhaltskosten aus. So führt der einmalige Ersatz des Wechselrichters und die periodischen Zahlungen für die Miete des Stromzählers und für Kontrollen der Anlage zu Kosten von 4'000 CHF. Die Steuern auf den Stromverkauf machen in diesem Beispiel nochmals 1'500 CHF aus, können aber je nach Einkommen, Familiensituation und Wohnsitz stark abweichen. Es zeigt sich aber, dass die Unterhaltskosten, welche pro Jahr betrachtet gering scheinen (ca. 160 CHF) über die lange Lebensdauer der Anlage doch eine Grösse erreichen, die nicht vernachlässigt werden sollte.

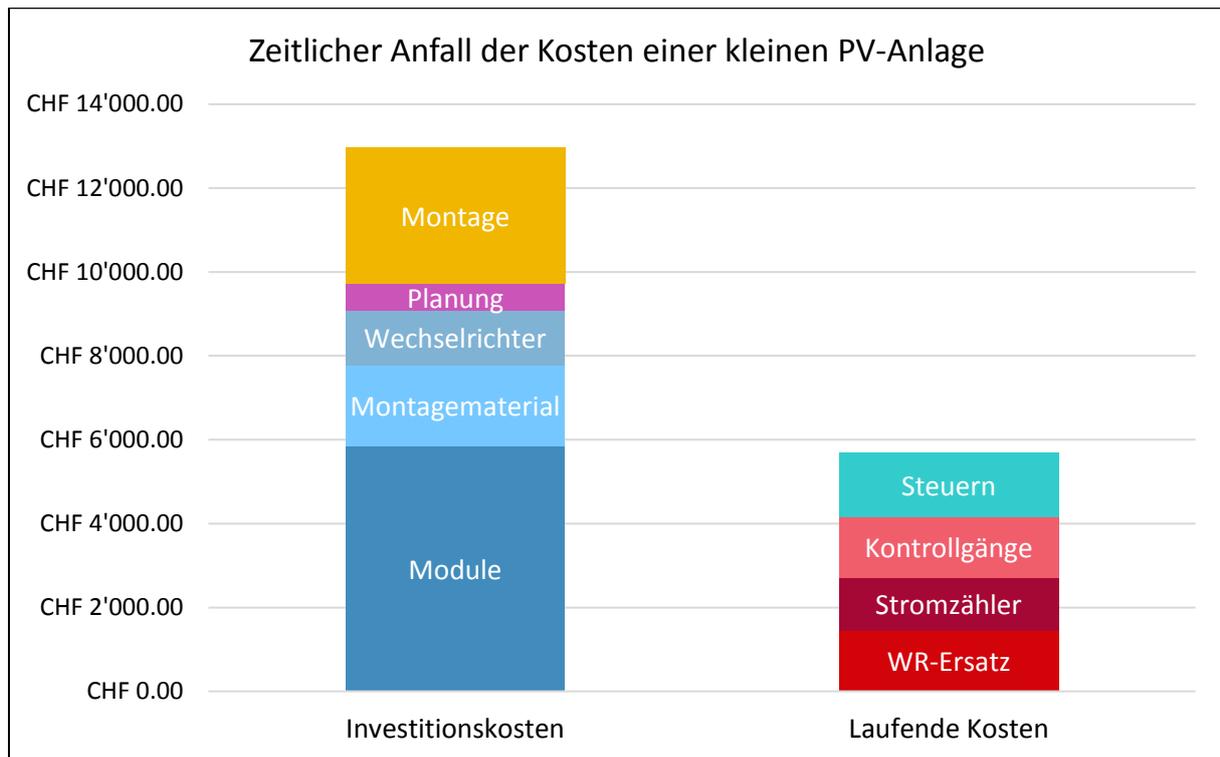


Abbildung 5: Zeitlicher Anfall der Kosten einer kleinen PV-Anlage

Dass das Verhältnis zwischen Investitionskosten und laufenden Kosten stark variieren kann, zeigt der zeitliche Anfall der Kosten einer grossen 98 kWp Anlage in Abbildung 6 (näher beschrieben in Unterkapitel 4.2). Aufgrund des hohen Fremdkapitalanteils und der geschuldeten Mehrwertsteuer auf dem verkauften Solarstrom steigen die laufenden Kosten in den 25 Jahren höher, als die anfänglichen Investitionskosten. Weil bei grossen Anlagen die Investitionskosten pro kWp niedriger sind als für kleine Anlagen machen die Unterhaltskosten, welche pro produzierte kWh Strom berechnet werden, zusammen mit den Kapitalkosten über die Jahre aufsummiert einen grösseren Anteil der Gesamtkosten aus. In diesem konkreten Fall betragen die Unterhaltskosten über 25 Jahre nochmals 55% der Investitionskosten, die Zinskosten und Steuern betragen nochmals 50%. Vor allem die Zinskosten können je nach Situation stark variieren. Hier wurde davon ausgegangen, dass die Investition in die Anlage zu 100% mit Fremdkapital finanziert wird. Zusätzlich kommt neu noch die zu bezahlende Mehrwertsteuer auf den Stromverkauf dazu, da es sich in diesem Fall um einen mehrwertsteuerpflichtigen Betreiber handelt.

Die berechnete Wertschöpfung, welche aus den drei Schritten Planung, Material und Montage entsteht, wird später jeweils ins Verhältnis zu den Investitionskosten gesetzt. Die Wertschöpfung durch den Unterhalt und den Betrieb der Anlage wird ins Verhältnis zu den laufenden Kosten gestellt. Schlussendlich wird auch die gesamte erzielte Wertschöpfung mit den Gesamtkosten der Anlage (Investitionskosten + laufende Kosten) verglichen.

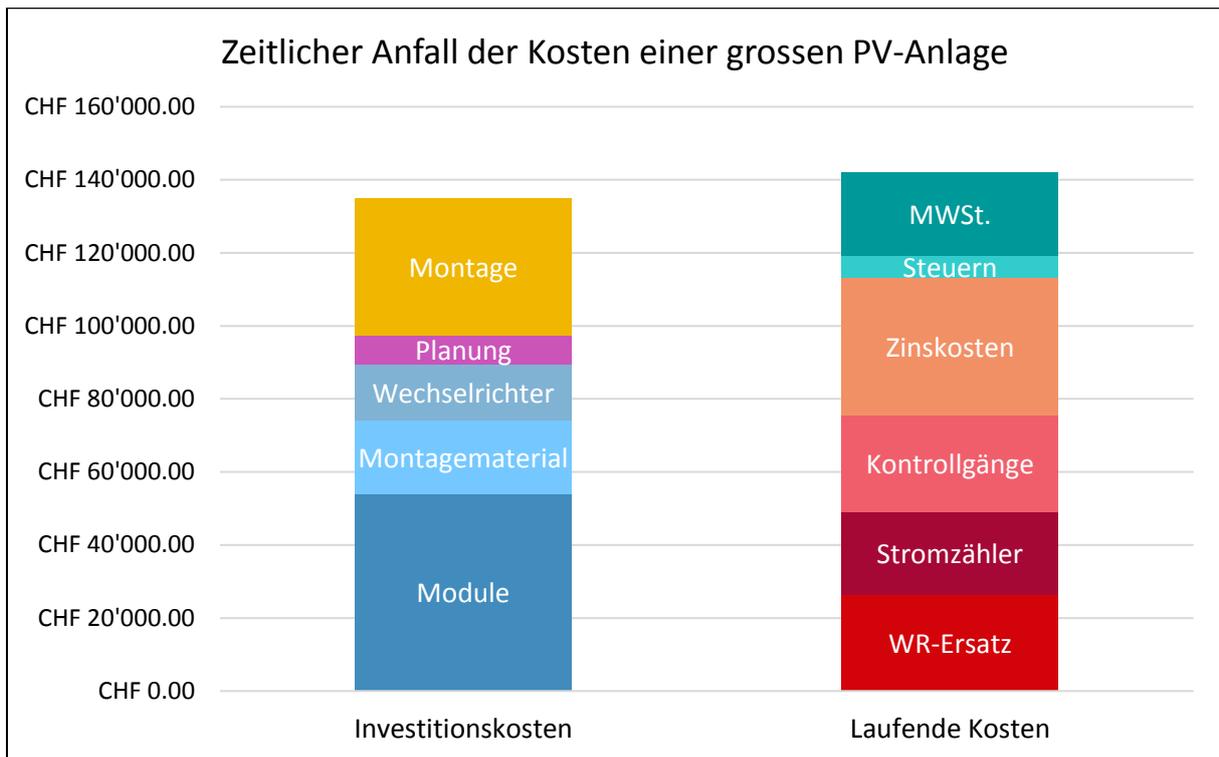


Abbildung 6: Zeitlicher Anfall der Kosten einer grossen PV-Anlage

### 3 Berechnungsmethodik der regionalen Wertschöpfung

Um die Wertschöpfung zu berechnen, wird die Methodik von Hirschl et al. (2010) übernommen und an das Schweizer Steuersystem angepasst. Damit vom Umsatz auf den Gewinn und das Einkommen geschlossen werden kann, werden einige Literaturdaten benötigt, welche mit den Eingaben aus dem Tool verrechnet werden. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Kennzahlen für die Berechnung der Wertschöpfung (Huemer, 2016)

	Planung & Montage	Material- Herstellung	Bank <sup>1)</sup>
<b>Umsatzrendite</b>	7%	5%	12% (Erfolgsrendite)
<b>Personalkostenanteil</b>	40%	27%	40%
<b>Bruttoeinkommen</b>	67'000	65'500	137'000

1) Erfolgsrendite und Personalkostenanteil abgeleitet aus SNB (2015); Bruttoeinkommen abgeleitet aus IFBC (2016)

Die Umsatzrendite, der Personalkostenanteil und das Bruttoeinkommen für Planung und Montage gelten auch für den Arbeitsaufwand beim Wechselrichter-Ersatz und den Kontrollgängen. Für die Herstellung des Ersatz-Wechselrichters werden diese drei Kennzahlen aus der Materialherstellung übernommen.

Für die vier Wertschöpfungsschritte Planung, Materialherstellung, Montage und Wartung wird der Gewinn der beteiligten Firmen, das Einkommen der Beschäftigten und die Gewinn- und Einkommenssteuer nach derselben Methode berechnet. Die Berechnung ist dabei abhängig davon, ob der jeweilige Wertschöpfungsschritt in der Region, in der übrigen Schweiz oder im Ausland passiert. Das Vorgehen ist in den nächsten Unterkapiteln beschrieben.

#### 3.1 Berechnung des Gewinns und der Gewinnsteuer

Der Gewinn der beteiligten Firmen wird mit dem Umsatz und Umsatzrenditen aus der Literatur berechnet (Hirschl et al., 2010). Dazu wird folgende Formel (1) verwendet:

$$Gewinn_{vor\ Steuern} = Umsatz * Umsatzrendite \tag{1}$$

Dieser Gewinn vor Steuern wird für die Berechnung der regionalen Wertschöpfung weiter unterteilt in den tatsächlichen Gewinn der beteiligten Unternehmen und die Gewinnsteuer, welche sie an Gemeinde, Kanton und Bund bezahlen müssen.

Um den Unternehmensgewinn nach Abzug der Steuern nach Formel (2) berechnen zu können, muss zuerst die geschuldete Gewinnsteuer bekannt sein. Diese wird sowohl vom Bund als auch von den Kantonen und Gemeinden erhoben. Während der Bund 8.5% des Reingewinnes erhält (ESTV, 2015), erheben nicht alle Kantone diese Steuer in gleicher Höhe. Wie in der Dokumentation der ESTV (2016a) entnommen werden kann, erheben die meisten Kantone einen Steuersatz, der proportional zum Gewinn ansteigt. Einige Kantone wenden aber je nach Höhe des Gewinns einen unterschiedlichen, nicht proportionalen Steuersatz an. Da der Gewinn der beteiligten Unternehmen nicht bekannt ist, wird jeweils mit dem maximal möglichen kantonalen Steuersatz des Kantons-Hauptortes gerechnet.

Da die Unternehmen ihre bezahlten Steuern vom Gewinn abziehen können (vgl. ESTV, 2015, p. 84 & ESTV, 2016a, p. 51) kann der im Tool berechnete Gewinn vor Steuern nicht direkt mit der Bundessteuer von 8.5% verrechnet werden, da dieser sich auf den Gewinn nach Steuern bezieht (Kantonales Steueramt & Amt für Wirtschaft und Arbeit des Kantons Zürich, 2015). Für die Berechnung werden deswegen, wie in Formel (3) beschrieben, die von der KPMG (2016) zusammengetragenen maximalen

Vorsteuersätze der Kantonshauptorte aus dem Jahr 2015 verwendet. Die Aufteilung in regionale Steuern (von Kanton und Gemeinde) und Steuern, welche der restlichen Schweiz als Wertschöpfung angerechnet werden (direkte Bundessteuer), geschieht nachträglich über die Formeln (4) und (5).

$$Gewinn_{nach\ Steuern} = Gewinn_{vor\ Steuern} - Gewinnsteuer_{tot.} \quad (2)$$

$$Gewinnsteuer_{tot.} = Gewinn_{vor\ Steuer} * max. Steuersatz_{Kanton} \quad (3)$$

$$Gewinnsteuer_{Bund} = Gewinn_{nach\ Steuern} * 8.5\% \quad (4)$$

$$Gewinnsteuer_{Region} = Gewinnsteuer_{tot.} - Gewinnsteuer_{Bund} \quad (5)$$

Für Firmen, welche in der Schweiz, nicht aber in der gewählten Region ansässig sind, wird in Formel (3) der maximale Steuersatz des Kantons durch einen durchschnittlichen maximalen Gewinnsteuersatz von 18% (KPMG, 2016) ersetzt. Da die Gewinnsteuer in diesem Fall vollständig der Wertschöpfung der übrigen Schweiz und zu keinem Teil der Region angerechnet wird, werden die Formeln (4) und (5) in diesem Fall nicht benötigt.

Werden die Arbeiten durch ausländische Firmen ausgeführt, entsteht keine Wertschöpfung in der Schweiz oder der Region. Ausnahmen sind die möglicherweise anfallende Mehrwertsteuer und der Handel der verwendeten Materialien. Der Grosshandel wird einbezogen, wenn ausländisches Material für den Bau einer PV-Anlage verwendet wird, die Montagefirma aber aus der Region oder der Schweiz stammt. In diesem Fall wird der Anteil des Umsatzes welcher dem Handel zugeschrieben wird mit der Umsatzrendite von 5% multipliziert (siehe Tabelle 1) um auf den Gewinn vor Steuern zu schliessen. Die Wertschöpfung durch den Grosshandel wird dann der Schweiz und nicht der Region zugeschrieben. Stammen die Materialien aus der Region, wird die Wertschöpfung durch den Grosshandel nicht separat berechnet und ist somit in der Wertschöpfung der Region enthalten.

Die Verwendung des maximal möglichen Steuersatzes führt dazu, dass die Steuereinnahmen durch den Gewinn eher überschätzt werden, da kleine lokale Firmen beim Bau von PV-Anlagen beteiligt sein können. Allerdings hat diese Ungenauigkeit nur Auswirkungen auf die Verteilung der Wertschöpfung zwischen Unternehmensgewinnen und Steuereinnahmen. Auf die Höhe der totalen regionalen Wertschöpfung hat die Wahl des Steuersatzes keine Auswirkung. Wird der Steuersatz erhöht fällt der Gewinn der Unternehmen und die Wertschöpfung daraus tiefer aus. Gleichzeitig nimmt aber die Wertschöpfung durch erhöhte Steuereinnahmen in gleichem Masse zu und gleicht den Verlust aus.

### 3.1.1 Der Spezialfall Bank:

Um auf den Gewinn der Banken zu schliessen, kann nicht auf die Umsatzrendite zurückgegriffen werden. Stattdessen wird die Zinsmarge verwendet, um die Einnahmen der beteiligten Bank durch die Gewährung des Kredits zu bestimmen und daraus auf den Gewinn und das Einkommen der beschäftigten Personen zu schliessen. Die Zinsmarge bezeichnet die Differenz zwischen dem Zins, den die Bank bei der Kreditvergabe verlangt und dem Zins, den die Bank selbst für Kapitaleinlagen bezahlt (Wirtschaftslexikon24, 2015). Die Zinsmarge der Schweizer Retailbanken betrug im Jahr 2015 1.17 Prozentpunkte (Ernst & Young, 2016). Vom aufgenommenen Fremdkapital entsprechen somit 1.17% dem Erfolg, welcher der Bank für die Bezahlung von Lohnkosten, etc. zur Verfügung steht. Mit einer Erfolgsrendite von 12% (berechnet aus SNB, 2015) lässt sich der Gewinn aus dem Erfolg ableiten.

## 3.2 Mehrwertsteuer

Die Investitionskosten werden grundsätzlich ohne Mehrwertsteuer ins Tool eingetragen. Ist der Betreiber eine Privatperson oder eine juristische Person, die nicht mehrwertsteuerpflichtig ist, wird die Mehrwertsteuer automatisch in den richtigen Berechnungsschritten vom Tool hinzugefügt und der

Schweiz als Wertschöpfung gutgeschrieben. Da mehrwertsteuerpflichtige Unternehmen die bezahlte Mehrwertsteuer zurückfordern können, wird in diesem Fall die Mehrwertsteuer nicht in die Berechnung einbezogen.

### 3.3 Berechnung des Einkommens und der Einkommenssteuer

Das Einkommen vor Steuern der Arbeitnehmer in den beteiligten Firmen wird über den Umsatz und den Personalkostenanteil, siehe Tabelle 2, berechnet (Hirschl et al., 2010). Zuerst wird der Umsatz mit dem Personalkostenanteil multipliziert um die Personalkosten zu erhalten. Davon werden insgesamt 12.45% als Sozialversicherungsabgaben abgezogen. Diese setzen sich aus 10.25% für Einzahlungen an die AHV, IV und EO (AHV/IV, 2017) und der obligatorischen Arbeitslosenversicherung (ALV) zusammen. Da die involvierten Arbeitnehmer jeweils ein Bruttoeinkommen (Lohn vor den obligatorischen Abzügen für AHV etc.) von weniger als 148'200 CHF haben, gilt für die ALV ein Beitragssatz von 2.2% (AHV/IV, 2016). Das Einkommen vor Steuern berechnet sich somit durch folgende Formel (6):

$$Einkommen_{vor\ Steuern} = Umsatz * Personalkostenanteil * 87.55\% \quad (6)$$

Dieses Einkommen vor Steuern wird für die regionale Wertschöpfung weiter unterteilt in die zu bezahlende Einkommenssteuer und das danach verbleibende Einkommen nach Steuern. Dazu werden in einem ersten Schritt die Vollzeitäquivalente berechnet. Sie geben an, wie viele Personen zu einem durchschnittlichen Lohn in dieser Branche während einem Jahr in einem 100% Pensum beschäftigt werden können. Oder im Fall von PV-Anlagen eher, welcher Teil eines 100% Pensums durch die Investition in eine PV-Anlage finanziert wird.

Um die Vollzeitäquivalente zu bestimmen, wird zuerst das durchschnittliche Bruttoeinkommen, siehe Tabelle 2, in das durchschnittliche Nettoeinkommen umgerechnet. Dazu wird vom Bruttoeinkommen die Hälfte der Sozialversicherungskosten (6.225%) abgezogen, welche durch den Arbeitnehmer gezahlt werden, siehe Formel (7). Danach wird das Einkommen vor Steuern, wie in Formel (8) gezeigt, ins Verhältnis zum durchschnittlichen Nettoeinkommen in dieser Branche gesetzt. Als Resultat werden so die Vollzeitäquivalente (VZÄ) berechnet (Hirschl et al., 2010).

$$Nettoeinkommen = 93.775\% * Bruttoeinkommen \quad (7)$$

$$VZÄ = \frac{Einkommen_{vor\ Steuern}}{\bar{\text{Nettoeinkommen}}} \quad (8)$$

Mithilfe des Steuerrechners des ESTV (2016b) wurden für das Bruttoeinkommen der verschiedenen Branchen aus Tabelle 2 die einfache Steuer sowie der kantonale Steuersatz und der kommunale Steuersatz des Kantonshauptorts für alle 26 Kantone der Schweiz erfasst und im Tool in einer Datentabelle hinterlegt. Dazu wird einfachheitshalber die Besteuerung einer alleinstehenden, kinderlosen und konfessionslosen Person verwendet<sup>1</sup>. Der Steuerrechner macht automatisch gewisse pauschale Abzüge, zum Beispiel für Berufsauslagen und Versicherungsabzüge. Auch die direkte Bundessteuer, welche der Wertschöpfung der übrigen Schweiz angerechnet wird, wurde dem Steuerrechner entnommen. Zusammen mit den berechneten VZÄ kann so für die regionalen Betriebe die Einkommenssteuer der Beschäftigten mit Formel (9) berechnet werden.

---

<sup>1</sup> Die Steuereinnahmen einer Region variieren stark, je nachdem ob eine Person verheiratet ist und wie viele Kinder sie hat. Dies hat allerdings keinen Einfluss auf die Höhe der berechneten Wertschöpfung. Nur die Aufteilung in Wertschöpfung durch Einkommen und Wertschöpfung durch Steuern verändert sich dadurch.

$$Einkommenssteuer_{Region} = VZ\ddot{A} * einfache\ Steuer * (Steuersatz_{Kanton} + Steuersatz_{Hauptort}) \quad (9)$$

Die Einkommenssteuer auf Bundesebene lässt sich mit Formel (10) berechnen.

$$Einkommenssteuer_{Bund} = VZ\ddot{A} * direkte\ Bundessteuer \quad (10)$$

Zur Bestimmung der Einkommenssteuer für Material oder Arbeitsleistungen ausserhalb der Region aber in der Schweiz wird die Einkommenssteuer als Durchschnitt der Steuerzahlungen aller 26 Kantone wie folgt berechnet: Mit den hinterlegten Daten für jeden Kanton und dem dazugehörigen Hauptort wird zuerst die Steuerbelastung einer Person für jeden Kanton bestimmt. Aus diesen 26 Ergebnissen wird der Mittelwert gebildet, welcher wie in Formel (11) mit den berechneten VZÄ verrechnet wird. Zusätzlich wird auch in diesem Fall die Einkommenssteuer des Bundes als Schweizer Wertschöpfung dazugezählt.

$$Einkommenssteuer_{\text{Übrige Schweiz}} = VZ\ddot{A} * (\emptyset\text{Steuerbelastung}_{Schweiz} + Einkommenssteuer_{Bund}) \quad (11)$$

Durch den Abzug der Steuerzahlungen vom Einkommen vor Steuern ergibt sich die Wertschöpfung aus Einkommen (Hirschl et al., 2010).

### 3.4 Einnahmen und Kosten des Anlagebesitzers

Der Betrieb von PV-Anlagen führt zu Gewinn durch den Verkauf von produziertem Strom und/oder zu Einsparungen bei den Stromkosten durch den Eigenverbrauch. Das durch den Stromverkauf erzielte Einkommen muss versteuert werden. Dabei bestehen aber Unterschiede für natürliche und juristische Personen. In den folgenden zwei Unterkapiteln werden die angewendeten Steuerberechnungen kurz beschrieben. Sie erfolgen nach dem Merkblatt von Swissolar (2015a). Je nach Kanton können spezielle Regeln für die Besteuerung von PV-Anlagen gelten, welche in diesem Tool nicht berücksichtigt werden.

#### 3.4.1 Einkommen und Besteuerung natürlicher Personen

Natürliche Personen können die Investitionskosten einer PV-Anlage in den meisten Kantonen von den Steuern abziehen (Swissolar, 2015). Einzige Ausnahme bietet hier der Kanton Luzern, was im Tool aber nicht berücksichtigt wird. Die Investitionskosten können nur in dem Jahr vom steuerbaren Einkommen abgezogen werden in dem sie anfallen, eine Abschreibung über mehrere Jahre ist für die Steuerberechnung nicht zulässig. Werden Einmalvergütungen (EIV) ausbezahlt, können diese im Normalfall direkt von den Investitionskosten abgezogen werden und müssen nicht separat besteuert werden. Daher ergibt sich im ersten Jahr der Inbetriebnahme einer PV-Anlage ein Steuer-Verlust bei der regionalen Wertschöpfung. Dieser berechnet sich nach Formel (12).

$$Einmaliger\ Abzug = (Inv.\text{Kosten} - EIV) * (Grenzsteuersatz_{Kanton} + Grenzsteuersatz_{Bund}) \quad (12)$$

Dieser einmalige Abzug wird der Wertschöpfung der Region von den Steuereinnahmen abgezogen. Die Möglichkeit, die Investitionskosten von den Steuern abzuziehen, kann als Subvention der Kantone verstanden werden.

Während dem Betrieb der Anlage entstehen durch den Verkauf des Stroms Einnahmen, welche versteuert werden müssen (Swissolar, 2015), was im Folgenden als steuerbares Einkommen bezeichnet wird. Davon können die Zinszahlungen aufgrund von Krediten und pauschal 20% des Ertrags als Betriebskosten abgezogen werden. Der Eigenverbrauch des produzierten Solarstroms ist

nicht steuerpflichtig (Swissolar, 2015). Da für die Berechnung der KEV-Vergütung ab Oktober 2017 von einem Eigenverbrauchsanteil von 40% ausgegangen wird (BFE, 2016b), wird dieser Wert für das Tool als Default-Wert hinterlegt. Dieser kann vom Nutzer angepasst werden. Das steuerpflichtige Einkommen setzt sich nach Formel (13) zusammen (Swissolar, 2015).

$$\text{Steuerbares Einkommen} = \text{Stromertrag} - \text{Zinszahlung} - 20\% * \text{Stromertrag} \quad (13)$$

Die Einkommenssteuer wird analog zu Formel (12) berechnet, wobei in diesem Fall das steuerbare Einkommen mit den Grenzsteuersätzen verrechnet wird.

Um die zusätzliche Steuerbelastung durch das Einkommen aus der PV-Anlage berechnen zu können, muss eine Annahme zum sonstigen Einkommen und dem damit verbundenen Grenzsteuersatz der natürlichen Person getroffen werden. In diesem Tool wird der von Huemer (2016) vorgeschlagene Wert von 150'000 CHF Einkommen verwendet. Es wurde bewusst ein hohes Einkommen gewählt, da die meisten PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern (EFH) stehen und der Kauf eines solchen EFH ein hohes Einkommen bedingt. Die Grenzsteuersätze, welche beschreiben um wie viel höher die Steuern bei einem Anstieg des Einkommens um 1'000 CHF ausfallen, beziehen sich jeweils auf die Kantonshauptorte für das Jahr 2015. Sie wurden vom VZ VermögensZentrum (2016) veröffentlicht und beziehen sich auf alleinstehende Personen (siehe Fussnote 1).

Um bei der Berechnung der Wertschöpfung durch Einkommen auch die Kosteneinsparungen durch den Eigenverbrauch des Stroms und den Steuereinsparungen durch den Abzug der Investitionskosten im Jahr der Inbetriebnahme einzubeziehen, wird die Wertschöpfung nicht gleichgesetzt mit dem steuerbaren Einkommen (nach Abzug der Einkommenssteuer). Der Ertrag aus dem Stromverkauf, die Einsparungen durch den Eigenverbrauch und die Steuereinsparungen werden summiert. Dabei wird für natürliche Personen von Stromkosten von 23 Rp./kWh ausgegangen (BFE, 2016b). Abgezogen werden alle Betriebs- und Kapitalkosten. Daher können auch natürliche Personen im Tool angeben, wie hoch der Anteil des Fremdkapitals an den Investitionskosten ist und über wie viele Jahre sie dieses Kapital zu welchem Zinssatz zurückzahlen. Auch die berechnete Einkommenssteuer wird von den Einnahmen abgezogen. Mit der Annuitätenmethode kann ermittelt werden, wie hoch die jährlichen Rückzahlungen an die Bank sind. Dazu wird die gesamte Kreditsumme mit dem Annuitätsfaktor (A) multipliziert. Dessen Berechnung ist in Formel (14) beschrieben. Dabei entspricht  $i$  dem Finanzierungs-Zinssatz und  $t$  der Dauer des Kredits. Dadurch wird angenommen, dass der Kredit in gleichmässigen Raten zurückgezahlt wird.

$$A = \frac{(1+i)^t * t}{(1+i)^t - 1} \quad (14)$$

### 3.4.2 Gewinn und Besteuerung juristischer Personen

Juristische Personen können nach Swissolar (2015a) sämtliche Kosten einer PV-Anlage steuerlich zum Abzug bringen. Im Gegensatz zu natürlichen Personen können sie sämtliche Unterhaltskosten und Investitionskosten von den Steuern abziehen. Auch dürfen die Investitionskosten über mehrere Jahre abgeschrieben werden. Schlussendlich versteuert wird nur der tatsächliche Nettoertrag. Bei mehrwertsteuerpflichtigen Betreibern wird vom Stromertrag 8% als Mehrwertsteuer abgezogen, da sie diese der Steuerverwaltung überweisen müssen (Swissolar, 2015). Diese wird der schweizerischen Wertschöpfung angerechnet.

Der Gewinn von juristischen Personen wird gleich berechnet wie das Einkommen von natürlichen Personen. Die eingesetzten Werte für die Stromkosten sind aber unterschiedlich. Normalerweise bezahlen grössere Unternehmen tiefere Preise für den bezogenen Strom, da sie ihren Stromanbieter

frei wählen können. Die Stromkosten für juristische Personen werden in Anlehnung an die Berechnungen der KEV-Vergütung des BFE, (2016b) auf 14 Rp./kWh festgelegt.

Wird im Tool eine KEV-Vergütung angegeben, wird aus dieser KEV-Vergütung und der Vergütung des EWs ein Durchschnittspreis gebildet. Dies ist notwendig, da die KEV-Vergütung nur in den ersten 20 Jahren bezahlt wird, die Lebensdauer einer PV-Anlage aber auf 25 Jahre festgelegt wurde. Die Berechnung der durchschnittlichen Vergütung wird in Formel (15) gezeigt. Die zukünftige Vergütung von Solarstrom durch die EW wird auf 5 Rp./kWh geschätzt (BFE, 2016b).

$$\emptyset \text{ Vergütung}_{\text{Strom}} = \frac{20 * \text{Vergütung}_{\text{KEV}} + 5 * \text{Vergütung}_{\text{EW}}}{25} \quad (15)$$

## 4 Beschreibung des PV-Wertschöpfungsrechners

Das Excel-Tool zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung aus dem Bau und Betrieb von PV-Anlagen besitzt zwei Tabellenblätter für die Eingaben des Nutzers und ein Output-Blatt. Die Startseite ist in Abbildung 7 auf der nächsten Seite dargestellt. Dort muss der Benutzer Angaben zu den Investitionskosten der PV-Anlage, der installierten Leistung, dem Anlagebesitzer und dem Standort der Anlage machen. Zudem muss er angeben, ob der Betreiber mehrwertsteuerpflichtig ist. Zusätzlich kann er den Eigenverbrauchsanteil, die Verteilung der Investitionskosten und die Betriebskosten nach Wunsch anpassen. Auf der rechten Seite müssen die Beiträge durch die KEV oder die Einmalvergütung sowie die Einspeisevergütung des EWs eingetragen werden. Zudem kann der Fremdfinanzierungsgrad, der Finanzierungs-Zinssatz und der Abschreibungszeitraum angepasst werden.

Auf dem zweiten Blatt kann durch den Benutzer angegeben werden, welche Firmen in der Region, in der Schweiz und im Ausland ansässig sind und woher die verwendeten Materialien stammen. Die Auswahl ist in Abbildung 8 dargestellt. Der Benutzer kann dabei selbst entscheiden, wo er die Grenzen seiner Region zieht. Als Entscheidungshilfe gibt das Tool nach der Auswahl des Kantons und der Gemeinde in der die Anlage gebaut wird die dazugehörige MS-Region nach BFS (2015) an. MS steht in dieser Einteilung für *mobilité spatiale* und bezeichnet Mikroregionen. Durch diese Handhabung der Regionen besteht die Möglichkeit, dass Firmen aus verschiedenen Kantonen als regional angesehen werden. Wie in Kapitel 2.1.2 genauer beschrieben wurde, ist die Aufteilung der regionalen Wertschöpfung in die Effekte Einkommen, Gewinn und Steuern allerdings abhängig von den kantonalen und kommunalen Steuersätzen. Da dieses Tool kein neuer Steuerrechner sein soll, werden alle regionalen Firmen unabhängig von ihrem tatsächlichen Standort so besteuert, wie wenn sie in dem Kanton ansässig wären, in dem die Anlage gebaut wird. Das führt zu leichten Ungenauigkeiten in der Aufteilung, nicht aber der Höhe der regionalen Wertschöpfung.

Nachdem diese Eingaben gemacht wurden, wird im Output-Blatt automatisch die maximal mögliche regionale Wertschöpfung, die tatsächlich erreichte regionale Wertschöpfung und die Wertschöpfung in der übrigen Schweiz in zwei verschiedenen Graphiken und als Tabelle dargestellt (Abbildung 9). Planung und Montage werden dabei zusammengefasst, da ihnen die gleiche Berechnungsmethodik zugrunde liegt und die Planung nur einen kleinen Anteil an der Wertschöpfung hat. Auch der Beschäftigungseffekt wird für die Region, die restliche Schweiz und als Total angegeben. Zudem werden einige Kenndaten der Anlage, wie zum Beispiel die jährlichen Unterhaltskosten oder die jährliche Stromproduktion zusammengefasst. Zusätzlich wurde eine Lesehilfe eingefügt, welche die Interpretation der Ergebnisse erleichtern soll. In einem separaten Tabellenblatt wurden einige Hintergrundinformationen aus diesem Bericht eingefügt. Der Output wird anhand von zwei Beispielen in den nächsten Unterkapiteln näher vorgestellt.

## Wertschöpfungsrechner für PV-Anlagen

Angaben zur Anlage

**Eingabefelder**  
Default-Werte  
Automatische Felder

**Daten zur Anlage:**

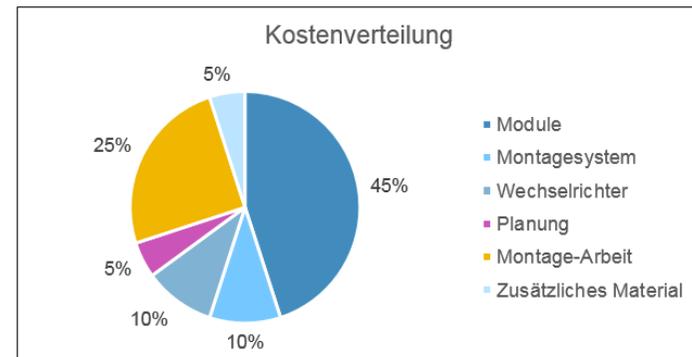
Investitionskosten exkl. MwSt. [CHF]:	12'000
Installierte Leistung [kWp]:	5.00
Anlagenbetreiber:	Privatperson (natürliche Person)
Mehrwertsteuerpflicht:	Nein
Eigenverbrauchsanteil:	40%
Kanton in dem die Anlage gebaut wird:	ZH
Gemeinde in der die Anlage gebaut wird:	Wädenswil
Ihre Region:	Zimmerberg

**Finanzierung:**

KEV [CHF/kWh]	-
Einmalvergütung (EIV) [CHF]:	3'650.00
Einspeisevergütung Elektrizitätswerk [CHF/kWh]	0.06
Fremdfinanzierungsgrad [%]:	-
Finanzierungs-Zinssatz [%]:	1.50
Abschreibungszeitraum [Jahre]:	25

Hier können Sie bei Bedarf die Kostenverteilung anhand Ihrer Offerte anpassen

	CHF	%
Module	5'400	45
Montagesystem	1'200	10
Wechselrichter	1'200	10
Planung	600	5
Montage-Arbeit	3'000	25
Zusätzliches Material	600	5



**Betrieb & Wartung**

Betriebskosten [Rp./kWh]:	3.5 Rp./kWh
---------------------------	-------------

**Bitte machen Sie im nächsten Registerblatt Angaben zur Regionalität der Anlage.**

Abbildung 7: Screenshot des 1. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen

## Wertschöpfungsrechner für PV-Anlagen

### Angaben zur Regionalität

**Bitte geben Sie an, wo die beteiligten Firmen ihren Sitz haben.**

Planungsfirma	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Montagefirma	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Wartungs-Firma	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Bank	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Betreibergesellschaft	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland

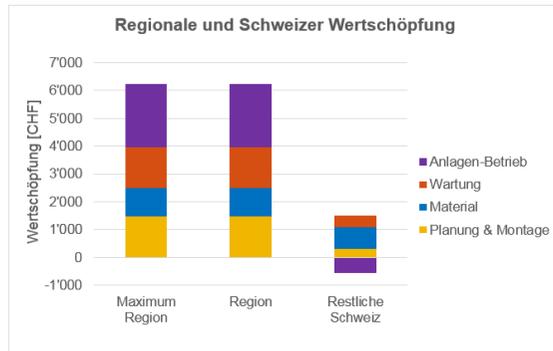
**Bitte geben Sie an, von wo das verwendete Material stammt.**

Module	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Montagematerial	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland

**Bitte wechseln Sie ins nächste Registerblatt zur Einsicht der Ergebnisse.**

Abbildung 8: Screenshot des 2. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen

**Wertschöpfungsrechner für PV-Anlagen**  
Ergebnisse



**Wertschöpfungseffekt der Anlage:**

Maximum Region	CHF 6'247
Erreicht in der Region	CHF 6'247
Erreicht in der restlichen Schweiz	CHF 944
<b>Total</b>	<b>CHF 7'191</b>

**Beschäftigungseffekt der Anlage [VZÄ]:**

Maximum Region	0.04
Erreicht in der Region	0.04
Erreicht in der restlichen Schweiz	0.02
<b>Total</b>	<b>0.06</b>

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	199	1'131	152	<b>1'482</b>
	Region	199	1'131	152	<b>1'482</b>
	Restliche Schweiz	-	-	319	<b>319</b>
<b>Material</b>	Maximum Region	144	777	104	<b>1'026</b>
	Region	144	777	104	<b>1'026</b>
	Restliche Schweiz	9	43	701	<b>753</b>
<b>Wartung</b>	Maximum Region	706	564	187	<b>1'457</b>
	Region	706	564	187	<b>1'457</b>
	Restliche Schweiz	6	33	381	<b>420</b>
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	-	4'361	-2'079	<b>2'282</b>
	Region	-	4'361	-2'079	<b>2'282</b>
	Restliche Schweiz	-	-	-548	<b>-548</b>
<b>Total</b>		<b>1'064</b>	<b>6'910</b>	<b>-783</b>	<b>7'191</b>

**Kenndaten Ihrer Anlage:**

Spezifische Kosten:	2'400 CHF/kWp
Jahresertrag:	4'750 kWh/Jahr
Unterhaltskosten:	166 CHF/Jahr
Jährliche Kreditzahlungen:	0 CHF/Jahr
Einnahmen:	608 CHF/Jahr

**Lesehilfe für die Resultate des Wertschöpfungsrechners:**

**Negative Werte in den Diagrammen:**

Negative Werte können nur im Bereich "Anlagen-Betrieb" vorkommen. Negative Werte können folgende Gründe haben:

- 1) Die durch den Kanton gewährten Steuerabzüge sind höher als die Einnahmen des Betreibers aus dem Stromverkauf
- 2) Die Anlage ist ökonomisch nicht rentabel und die Einnahmen aus dem Stromverkauf können die Gesamtkosten nicht decken

**Interpretation der Wertschöpfung:**

Die berechneten Zahlen zur Wertschöpfung zeigen, wie hoch die Wertschöpfung zum Einen in der Region und zum Anderen in der Schweiz ist. Um einzuschätzen, wie hoch die Wertschöpfung ist, kann diese zum Beispiel mit den Gesamtkosten der Anlage verglichen werden.

Weitere Informationen zur Wertschöpfung von PV-Anlagen finden Sie im Reiter "Zusammenfassung". Der vollständigen Bericht kann unter folgendem Link bezogen werden:

[https://www.zhaw.ch/no\\_cache/de/forschung/personen-publikationen-projekte/detailsicht-projekt/projekt/2966/](https://www.zhaw.ch/no_cache/de/forschung/personen-publikationen-projekte/detailsicht-projekt/projekt/2966/)

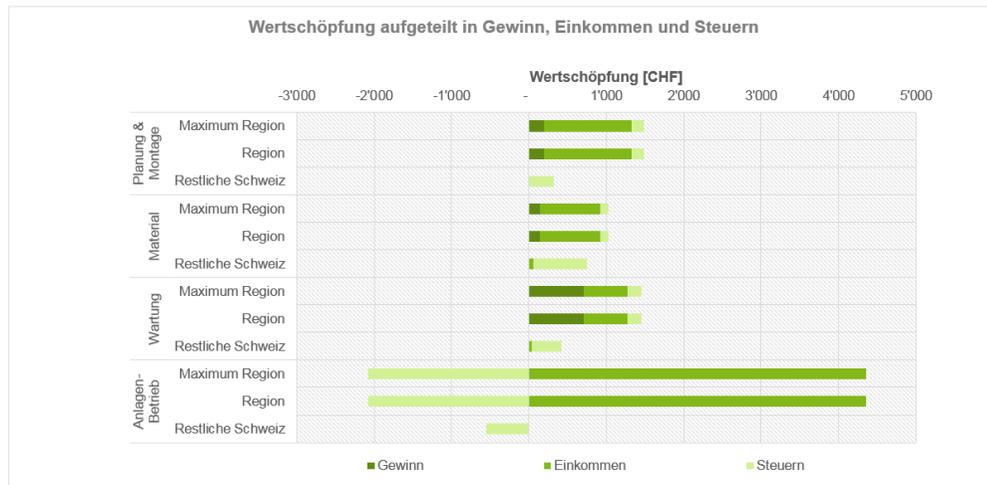


Abbildung 9: Screenshot der Resultate des Wertschöpfungsrechners für eine 5kWp Anlage

## 4.1 Beispiel einer kleinen PV-Anlage

Das Beispiel einer kleinen PV-Anlage in Wädenswil mit einer Leistung von 5 kWp soll zeigen, wie die Wertschöpfung einer Anlage auf einem Einfamilienhaus (EFH) aussehen könnte. Dabei wurden die Inputparameter so gewählt, dass sie den Parametern zur Berechnung der EIV-Beiträge entsprechen (BFE, 2016b). Sie sind bereits in Abbildung 7 ersichtlich und werden in Tabelle 3 nochmals zusammengefasst. Der Fremdfinanzierungsgrad der Anlage wurde auf Grund der tiefen Investitionskosten auf 0% gesetzt, d.h. der Eigentümer des Einfamilienhauses nimmt keinen Kredit für die PV-Anlage auf. Da es sich um eine Anlage auf einem Einfamilienhaus handelt, wurde als Anlagenbetreiber eine Privatperson gewählt. Der Betreiber ist somit gleichzeitig Bewohner des Hauses und in der Region ansässig. Privatpersonen sind nicht mehrwertsteuerpflichtig. Die Aufteilung der Investitionskosten wurde nicht verändert (die Standard-Werte wurden übernommen) und entspricht der Aufteilung aus Abbildung 3. Für die Einspeisevergütung des Elektrizitätswerkes (EW) und die Kosten für den Strombezug wurden durchschnittliche Werte vom BFE (2016b) übernommen. Diese stimmen sehr gut mit den Tarifen der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) überein (EKZ, 2017), welche die Stromversorgung der Gemeinde Wädenswil sicherstellt.

Tabelle 3: Eingabeparameter für eine 5 kWp Anlage

<b>Eingabeparameter</b>	<b>Wert</b>
Investitionskosten	12'000 CHF
Installierte Leistung	5 kWp
Einmalvergütung	3'650 CHF
Einspeisevergütung EW	0.06 CHF/kWh
Anlagenbetreiber	Privatperson
Mehrwertsteuerpflicht	Nein
Kanton	Zürich
Gemeinde	Wädenswil

Mit diesen Eingaben kann bereits eine Kostenrechnung für den Betreiber erstellt werden. Diese zeigt, welche Ausgaben über die 25 Jahre anfallen und welche Einnahmen und Einsparungen über die 25 Jahre entstehen werden. Im Fall dieser 5 kWp Anlage machen die Investitionskosten 70% der gesamten Ausgaben aus. Da die Einnahmen und Einsparungen höher sind als die Ausgaben ergibt sich über die Jahre ein Gewinn von gut 4'250 CHF. Die Kosten und Einnahmen sind in Abbildung 10 dargestellt.

Die grössten Kosten werden durch die Module und die Montage verursacht (Abbildung 10). Klar den kleinsten Einfluss hat die Planung. Für den Unterhalt der Anlage werden 22% der Gesamtkosten aufgewendet, ein kleiner Teil wird durch die jährlichen Steuern auf den Stromverkauf fällig. Auf der Einnahmen-Seite bringt der Eigenverbrauch Kosteneinsparungen von über 10'000 CHF. Der Verkauf des Stroms ans lokale EW bringt auf Grund des tiefen Vergütungssatzes nur 4'250 CHF ein und liegt in einem ähnlichen Rahmen wie die Steuereinsparungen und die Einmalvergütung.

Im zweiten Tabellenblatt wurde angegeben, dass alle beteiligten Firmen und Materialien aus der Schweiz kommen (Abbildung 11). So können am meisten Informationen gleichzeitig für die Anlage dargestellt werden. Die totale Wertschöpfung der gesamten Schweiz bleibt gleich hoch, unabhängig davon, welche Firmen aus der Region oder aus der restlichen Schweiz stammen. Die maximal mögliche regionale Wertschöpfung wird unabhängig von der Auswahl als Vergleichswert angezeigt. Sie beträgt in diesem Fall 6'250 CHF. Das entspricht gut 35% der der Investitions- und Betriebskosten (Gesamtkosten).

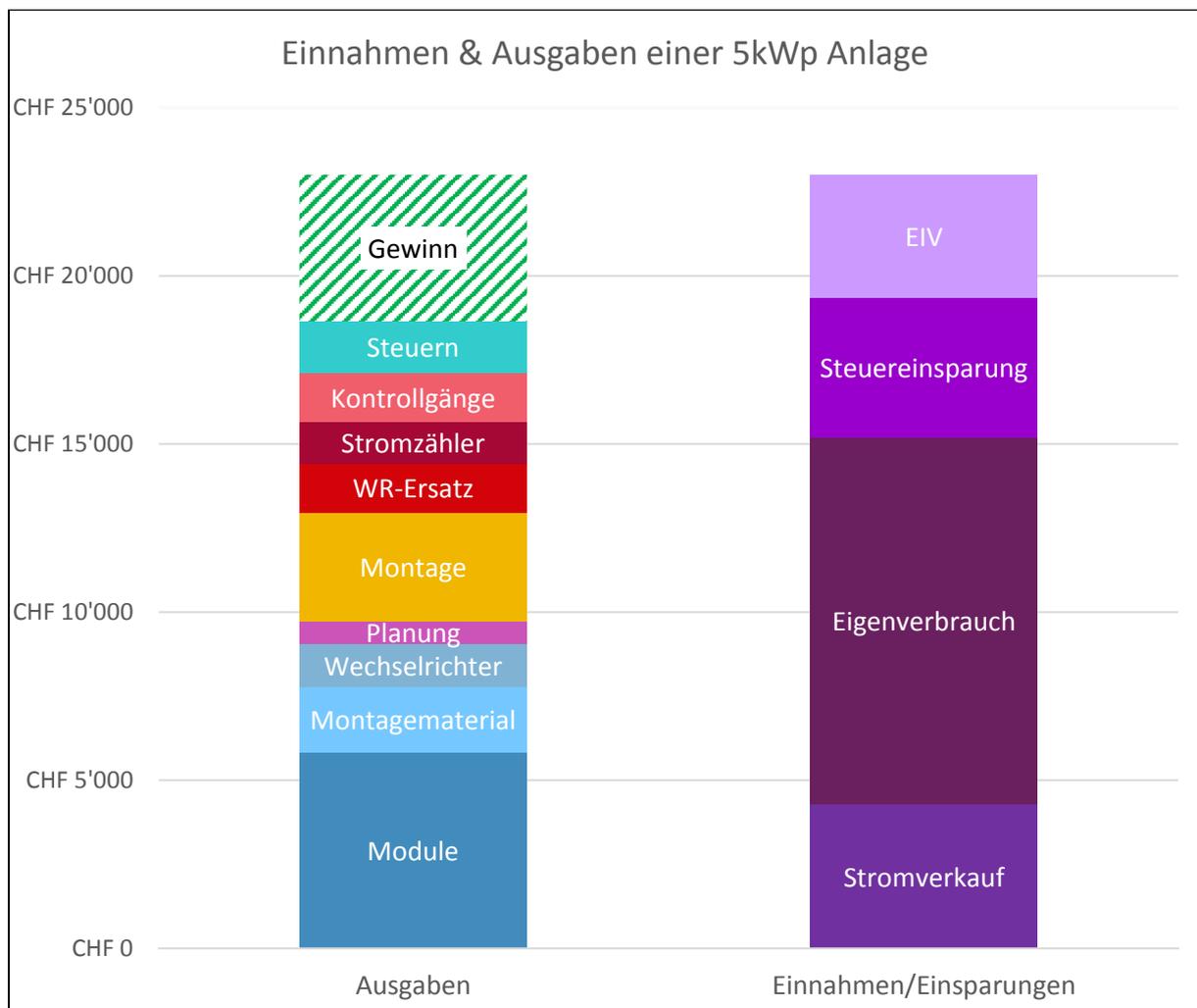


Abbildung 10: Einnahmen und Ausgaben für eine 5 kWp Anlage

**Bitte geben Sie an, wo die beteiligten Firmen ihren Sitz haben.**

Planungsfirma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Montagefirma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Wartungs-Firma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Bank	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Betreibergesellschaft	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland

**Bitte geben Sie an, von wo das verwendete Material stammt.**

Module	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Montagematerial	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland

Abbildung 11: Herkunft des Materials und der beteiligten Firmen

Die genauen Zahlen der Wertschöpfung in der Region, der restlichen Schweiz sowie das Total der Schweizer Wertschöpfung können Tabelle 4 entnommen werden. Für die bessere Lesbarkeit werden

im Text gerundete Zahlen angegeben, welche sich daher leicht von den Zahlen in der Tabelle unterscheiden. Dieselben Resultate sind zudem in Abbildung 12 graphisch als Säulendiagramm dargestellt.

Tabelle 4: Wertschöpfung einer kleinen PV-Anlage in Zahlen

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	199	1'131	152	1'482
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	207	1'100	494	1'801
<b>Material</b>	Maximum Region	144	777	104	1'026
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	159	800	821	1'779
<b>Wartung</b>	Maximum Region	706	564	187	1'457
	Region	607	-	111	718
	Restliche Schweiz	110	581	468	1'159
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	-	4'361	-2'079	2'282
	Region	-	4'361	-2'079	2'282
	Restliche Schweiz	-	-	-548	-548
<b>Total</b>	<b>Gesamte Schweiz</b>	<b>1'082</b>	<b>6'842</b>	<b>-733</b>	<b>7'191</b>

Wie Abbildung 12 entnommen werden kann, besteht die maximal mögliche regionale Wertschöpfung (linker Balken) zu 35% aus der Wertschöpfung des Betreibers. Diese kommt wie folgt zustande: Durch den hohen Eigenverbrauchsanteil und den Steuerabzug der Investitionskosten stehen dem Betreiber nach 25 Jahren insgesamt gut 4'250 CHF mehr zur Verfügung als ohne PV-Anlage (Einkommen des Betreibers). Die Wertschöpfung wird dadurch geschmälert, dass der Kanton und die Gemeinde durch den hohen Steuerabzug während dem Bau der Anlage insgesamt einen Steuerverlust von 2'000 CHF haben. Dies ergibt letztendlich 2'250 CHF maximal mögliche regionale Wertschöpfung beim Betreiber.

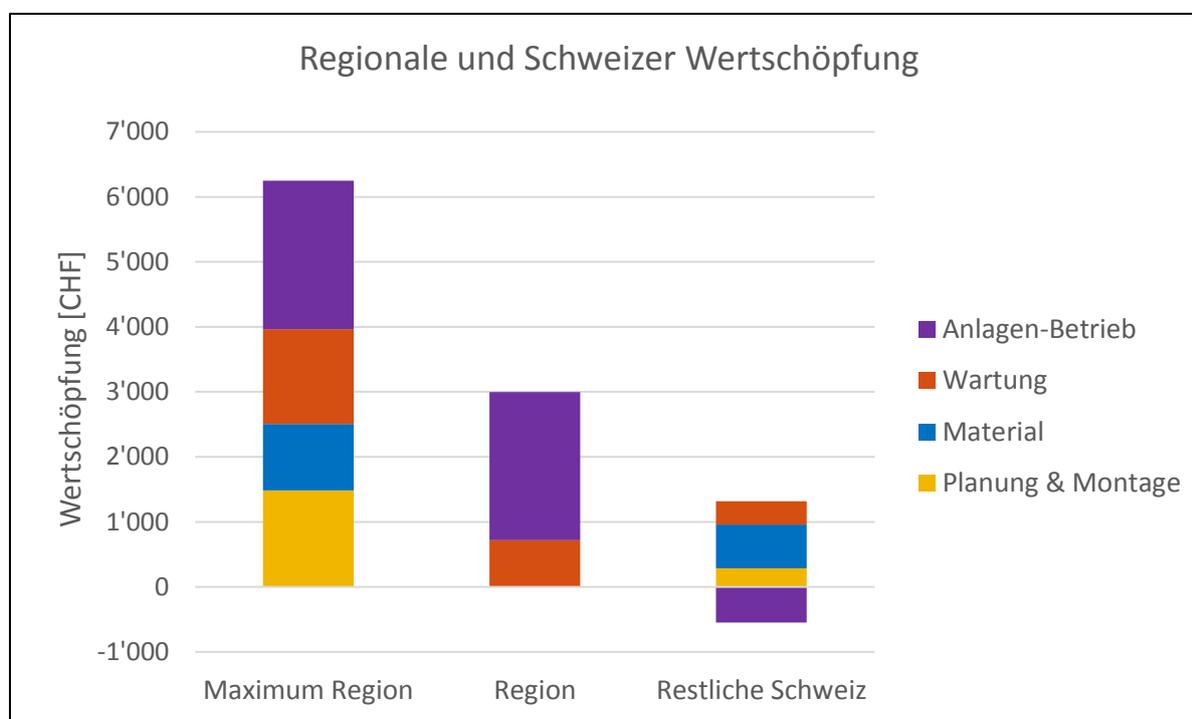


Abbildung 12: Wertschöpfung einer kleinen PV-Anlage

Die Wertschöpfung durch die Wartung und Planung & Montage fällt mit jeweils 1'500 CHF (25% der maximalen regionalen Wertschöpfung) gleich hoch aus. Die Herstellung des Materials hat mit 15% den kleinsten Einfluss auf die mögliche regionale Wertschöpfung.

Mit der getroffenen Auswahl (siehe Abbildung 11), dass alle Betriebe und Materialien aus der Schweiz kommen und nur der Betreiber selbst in der Region ansässig ist, bleibt noch die Hälfte der möglichen Wertschöpfung in der Region, siehe Abbildung 12. Diese setzt sich aus der gesamten Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb und aus der Wertschöpfung der Wartung zusammen. Die regionale Wertschöpfung durch Wartung besteht dabei nur aus der Vermietung des Stromzählers.

Die Wertschöpfung in der restlichen Schweiz ist für Planung & Montage, Material und Wartung jeweils eher höher als für die Region. Dies liegt daran, dass dort auch die Bundessteuer und in diesem Fall die Mehrwertsteuer dazu kommt. Die totale Wertschöpfung in der Schweiz beträgt 7'200 CHF. Verglichen mit den Gesamtkosten bleiben demnach 38% aller Investitionen in der Schweiz. Durch den Anlagen-Betrieb entsteht in der restlichen Schweiz ein leichter Steuerausfall. Dies liegt daran, dass die Steuereinsparungen durch den Abzug der Investitionskosten vom steuerbaren Einkommen höher sind, als die danach über 25 Jahre bezahlte Bundessteuer durch den Stromverkauf.

Würden alle Firmen und Materialien aus dem Ausland kommen, bliebe insgesamt noch eine Wertschöpfung von 3'750 CHF in der Schweiz, davon 3'000 CHF in der Region. Wird auf einem Einfamilienhaus eine kleine PV-Anlage installiert, bleiben demnach mindestens 16% der Gesamtkosten in der Region und insgesamt 20% in der Schweiz. Dies ist in Abbildung 13 durch die minimale Wertschöpfung dargestellt. Zudem wird gezeigt, dass je nach Regionalität der Firmen und Materialien bis zu 33% der Ausgaben in der Region und bis zu 38% in der Schweiz als Wertschöpfung anfallen können. Diese Bandbreite ist durch die schraffierten Flächen in Abbildung 13 gekennzeichnet.

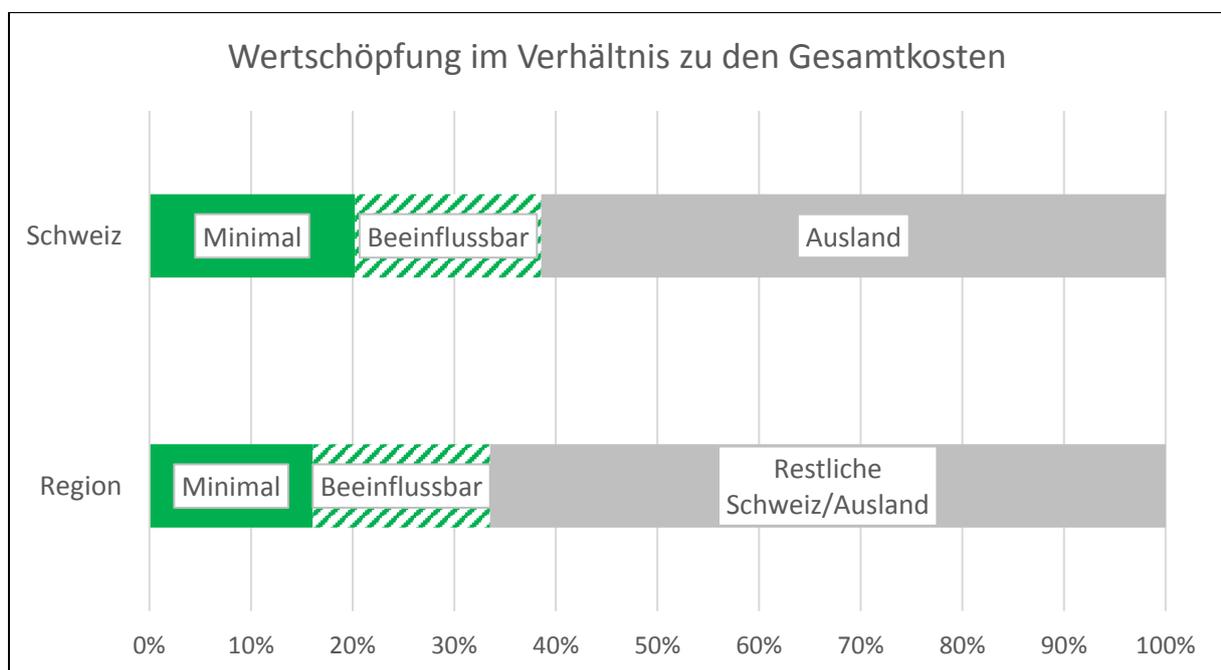


Abbildung 13: Verhältnis der regionalen und Schweizer Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer kleinen PV-Anlage

**Wie kommt die minimale Wertschöpfung in der Region bzw. in der Schweiz zustande?**

Es gibt Einflussfaktoren auf die Wertschöpfung, welche nicht durch den Betreiber beeinflusst werden können. Das ist zum einen die Vermietung des Stromzählers, welche immer durch das regionale EW

geschieht und zum anderen auch, ob der Betreiber selbst aus der Region stammt. Für die Wertschöpfung der Schweiz zählt auch die Mehrwertsteuer zur minimalen Wertschöpfung. Als beeinflussbar gelten die beteiligten Firmen und die Herkunft des verwendeten Materials.

### Maximal mögliche Wertschöpfung

Die maximal mögliche regionale Wertschöpfung entsteht, wenn das gesamte Material und alle Betriebe aus der Region stammen. Sie beträgt für diese 5 kWp Anlage 6'250 CHF und ist tiefer als die maximale Schweizer Wertschöpfung (7'200 CHF). Dies entspricht 33% bzw. 38% der Gesamtkosten. Grund für die höhere Wertschöpfung in der Schweiz ist, dass darin zusätzlich auch die Bundessteuer und die Mehrwertsteuer enthalten sind. Für die Höhe der Schweizer Wertschöpfung macht es keinen Unterschied, ob die Wertschöpfung regional oder an einem anderen Ort in der Schweiz geschieht.

### Zusammensetzung der regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung

Abbildung 14 liefert einen genaueren Überblick darüber, welche Faktoren den grössten Einfluss auf die Wertschöpfung haben und welche beeinflussbar sind (schraffierte Balken). 100% entspricht dabei der maximalen Wertschöpfung der Region bzw. der Schweiz d.h. die Summe der Balken im linken bzw. im rechten Diagrammteil ergibt jeweils 100%. Durch die Auswahl von regionalen Materialien und Firmen, kann der Benutzer des Tools die regionale Wertschöpfung jeweils um den dazugehörigen schraffierten Balken erhöhen. Zum Beispiel würde sich die regionale Wertschöpfung um 20% erhöhen, wenn eine Montagefirma aus der Region anstatt aus dem Ausland oder der restlichen Schweiz den Auftrag bekommt.

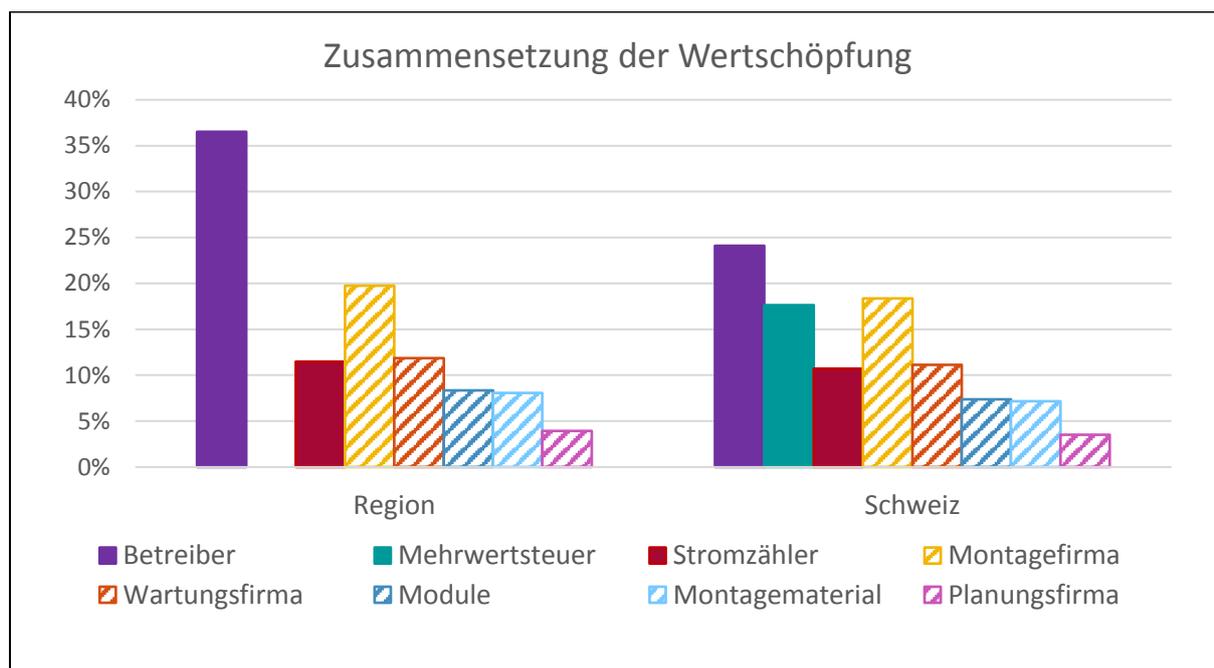


Abbildung 14: Zusammensetzung der maximalen regionalen und schweizerischen Wertschöpfung

Den grössten Einfluss hat die Wertschöpfung durch den Betreiber mit 37% bzw. 24% der regionalen und schweizerischen Wertschöpfung. Allerdings ist dieser Faktor nicht aktiv beeinflussbar. Allgemein zeigt sich, dass nur ca. die Hälfte der Wertschöpfung durch die Auswahl der Firmen und des Materials beeinflusst werden kann (schraffierte Balken in Abbildung 14). Der beeinflussbare Faktor mit den grössten Auswirkungen ist die Wahl der Montagefirma. Diese kann die Wertschöpfung in der Schweiz und der Region um knapp 20% erhöhen. Auch die Wartungsfirma kann die Wertschöpfung nochmals um 10% erhöhen. Die Wahl der Module und des Montagematerials haben jeweils einen Einfluss von 7% bis 8%, wobei die Herkunft der Module für den Betreiber sicher einfacher zu steuern ist als die

Herkunft des gesamten Montagematerials. Den kleinsten Einfluss auf die Wertschöpfung hat der Sitz der Planungsfirma mit unter 5%.

### Zeitlicher Anfall der Wertschöpfung

Die Wertschöpfung, welche durch Planung, Montage und das Material der PV-Anlage anfällt, wird im Baujahr (beim Material z.T. noch früher) anfallen. Bei einer kleinen PV-Anlage macht die Wertschöpfung durch die Anfangsinvestition ca. 40% der maximalen regionalen Wertschöpfung aus. Sie kommt vor allem den Montagefirmen und ihren Angestellten zugute. Für die Schweizer Wertschöpfung entstehen 50% der maximal möglichen Wertschöpfung durch die Anfangsinvestitionen, wobei dabei gut 13% der Mehrwertsteuer auf Material und Arbeit entstammen. Durch die laufenden Kosten (siehe Unterkapitel 2.1.3) können in den folgenden 25 Jahren nochmals 60% der möglichen regionalen Wertschöpfung und 50% der möglichen schweizerischen Wertschöpfung generiert werden.

## 4.2 Beispiel einer grossen PV-Anlage

Das Beispiel einer grossen PV-Anlage bezieht sich auf einen Standort im Kanton Glarus, auf dem eine 98 kWp Anlage realisiert werden könnte. Anstelle der Standard-Werte wurde die Kostenaufteilung gemäss Offerte in den Wertschöpfungsrechner eingesetzt. Die Unterschiede in der Kostenverteilung zu den Standard-Vorgaben sind allerdings gering. Die angepasste Verteilung ist in Abbildung 15 dargestellt.

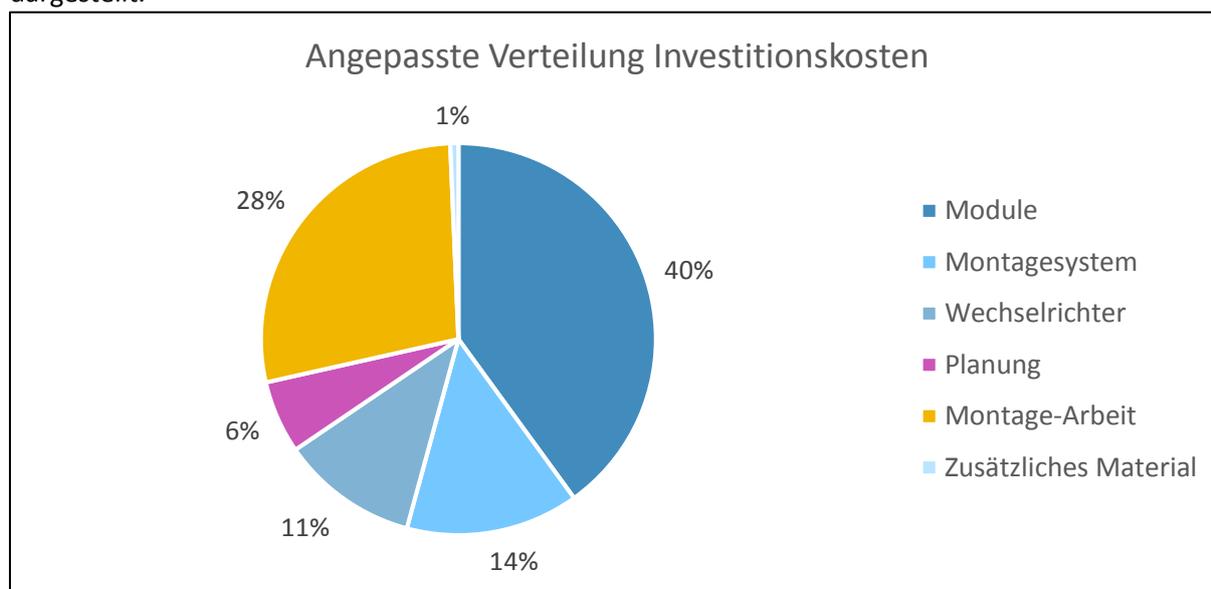


Abbildung 15: Verteilung der Investitionskosten nach Offerte

Um die Verteilung auf diese Weise zu ändern, wurde im 1. Eingabeblatt des Tools zuerst die gesamten Investitionskosten exklusive MwSt. (135'064 CHF) eingetragen. Danach wurden in den Zellen, die automatisch die Investitionskosten in die verschiedenen Kostenpunkte aufteilen (in Abbildung 16 rot eingerahmt) die gewünschte Kostenaufteilung eingetragen. Die grau hinterlegten Zellen mit den Prozentangaben rechts davon, verändern sich dabei nicht, die dazugehörige Graphik zur Aufteilung der Investitionskosten wird aber automatisch angepasst und zeigt die neue Verteilung an.

Die weiteren Eingaben, die im Tool gemacht werden, sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Da es sich bei der geplanten Anlage um eine Erweiterung einer bestehenden KEV-Anlage handelt, wird der Strom durch die KEV mit 15.3 Rp./kWh vergütet. Wegen der KEV-Vergütung wird kein Strom für den Eigenverbrauch verwendet. Die Anlage wird über 25 Jahre abgeschrieben. Bei den Betreibern handelt

es sich um eine juristische Person. Um die Funktionen des Wertschöpfungsrechners vollständig zeigen zu können, wird angenommen, dass der Betreiber mehrwertsteuerpflichtig ist.

Daten zur Anlage:	
Investitionskosten exkl. MwSt. [CHF]:	135'064
Installierte Leistung [kWp]:	98.00
Anlagenbetreiber:	Betreibergesellschaft (juristische Person)
Mehrwertsteuerpflicht:	Ja
Eigenverbrauchsanteil:	0%
Kanton in dem die Anlage gebaut wird:	GL
Gemeinde in der die Anlage gebaut wird:	Glarus Nord
Ihre Region:	Glarner Unterland

Hier können Sie bei Bedarf die Kostenverteilung anhand Ihrer Offerte anpassen		
	CHF	%
Module	54'087	45
Montagesystem	19'137	10
Wechselrichter	15'188	10
Planung	8'098	5
Montage-Arbeit	37'654	25
Zusätzliches Material	900	5

Betrieb & Wartung	
Betriebskosten [Rp./kWh]:	3.5 Rp./kWh

Abbildung 16: Anpassung der Kostenverteilung im Tool

Tabelle 5: Eingabeparameter für eine 98 kWp Anlage

Eingabeparameter	Wert
Investitionskosten	135'064 CHF
Installierte Leistung	98 kWp
KEV	0.153 CHF/kWh
Eigenverbrauch	0%
Abschreibungszeitraum	25 Jahre
Fremdfinanzierung	100%
Finanzierungs-Zinssatz	2%
Anlagenbetreiber	Juristische Person
Mehrwertsteuerpflichtig	Ja
Kanton	Glarus
Gemeinde	Glarus Nord

Aus den oben gemachten Angaben wurde ein Säulendiagramm (Abbildung 17) erstellt, das die Ausgaben und die Einnahmen gegenüberstellt. Da der Betreiber allerdings den gesamten Strom verkauft und keine EIV oder Steuereinsparungen hat, sind auf der Einnahmenseite nur die Einnahmen aus dem Stromverkauf ersichtlich. Die Installationskosten und die in den 25 Jahren anfallenden laufenden Kosten betragen zusammen 277'000 CHF. Durch den Stromverkauf entstehen Einnahmen in der Höhe von 308'000 CHF, was zu einem Gewinn von 31'000 CHF führt. Wie bereits in Unterkapitel 2.1.3 beschrieben, sind die Hauptkostentreiber die Module und die Montage der Anlage sowie die gesamten Unterhaltskosten der Anlage.

Im zweiten Tabellenblatt können die meisten Angaben auch mit den Informationen aus der Offerte ausgefüllt werden. Die Offerte stammt von einer Schweizer Firma aus einer anderen Region. Daher wird für die Planungs-, Montage- und Wartungsfirma der Standort Schweiz gewählt. Die Module und

das Montagesystem stammen aus dem Ausland. Aufgrund der Ausgangslage wird angenommen, dass der Anlagebetreiber und die Bank aus der Region stammen. Die getroffene Auswahl ist Abbildung 18 zu sehen. Die Eingaben genügen, um die regionale Wertschöpfung der PV-Anlage zu berechnen.

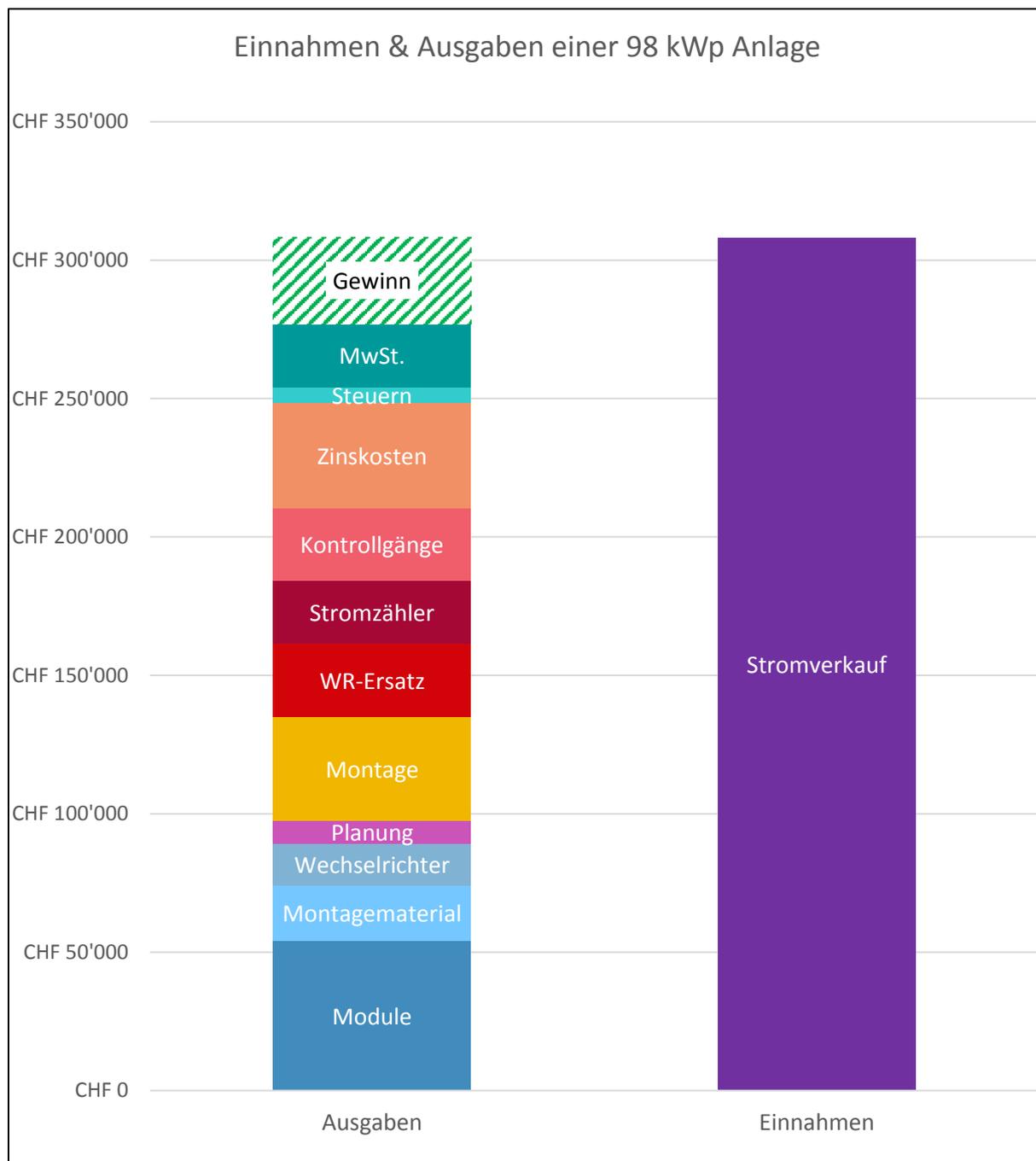


Abbildung 17: Einnahmen und Ausgaben einer 98 kWp Anlage mit KEV-Vergütung

Wechselt man in den Layer „Output“, zeigt das erste Diagramm (Abbildung 19), dass die maximal mögliche regionale Wertschöpfung bei ca. 110'000 CHF liegt. Auch in diesem Beispiel sind die Zahlen für das bessere Verständnis im Text gerundet, die genauen Zahlen können Tabelle 6 entnommen werden. Tatsächlich erreicht würde mit dieser Offerte eine regionale Wertschöpfung von 66'000 CHF, was 60% des Möglichen entspricht. Zusätzlich dazu entsteht in der restlichen Schweiz eine Wertschöpfung von 66'750 CHF. Somit liegt die vorhergesagte totale Wertschöpfung in der Schweiz bei 132'750 CHF, etwa 20'000 CHF über dem Maximum der Region.

**Bitte geben Sie an, wo die beteiligten Firmen ihren Sitz haben.**

Planungsfirma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Montagefirma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Wartungs-Firma	<input type="radio"/> Region	<input checked="" type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Bank	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland
Betreiber-gesellschaft	<input checked="" type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input type="radio"/> Ausland

**Bitte geben Sie an, von wo das verwendete Material stammt.**

Module	<input type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input checked="" type="radio"/> Ausland
Montagematerial	<input type="radio"/> Region	<input type="radio"/> Schweiz	<input checked="" type="radio"/> Ausland

Abbildung 18: Auswahl der Regionalität für die grosse PV-Anlage

Die Wertschöpfung in der Region entsteht in diesem Fall zur Hälfte durch den Anlagen-Betrieb und zur Hälfte durch die Wartung. Am höchsten ist die Wertschöpfung durch den Gewinn des Betreibers. Bei der Wartung führen die Vermietung des Stromzählers und die lokal ansässige Bank zu regionaler Wertschöpfung. Dadurch, dass die Investitionskosten zu 100% durch Kapital der Bank getragen werden, ist die Wertschöpfung durch die Bank in diesem Falle höher als die Wertschöpfung durch die Vermietung des Stromzählers.

Die Wertschöpfung in der restlichen Schweiz entsteht zum grössten Teil durch die Mehrwertsteuer, welche beim Stromverkauf bezahlt werden muss (in Abbildung 19 im Anlagen-Betrieb enthalten). Zu beinahe gleichen Teilen tragen zudem Planung & Montage sowie die Wartung mit 14% resp. 13% zur totalen Wertschöpfung bei. Die Herstellung des Materials trägt nur einen sehr kleinen Teil (5%) zur totalen Wertschöpfung bei, da die Produktion im Ausland stattfindet und somit nur der Grosshandel einbezogen werden kann.

Tabelle 6: Wertschöpfung einer grossen PV-Anlage in Zahlen

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	2'700	14'301	1'822	18'822
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	2'630	13'983	2'613	19'225
<b>Material</b>	Maximum Region	1'628	8'169	1'030	10'827
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	644	3'247	604	4'496
<b>Wartung</b>	Maximum Region	18'789	22'432	4'990	46'211
	Region	16'712	11'430	3'589	31'730
	Restliche Schweiz	2'150	11'396	4'060	17'606
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	31'149	-	3'158	34'307
	Region	31'149	-	3'158	34'307
	Restliche Schweiz	-	-	25'474	25'474
<b>Total</b>		<b>53'285</b>	<b>40'055</b>	<b>39'498</b>	<b>132'838</b>

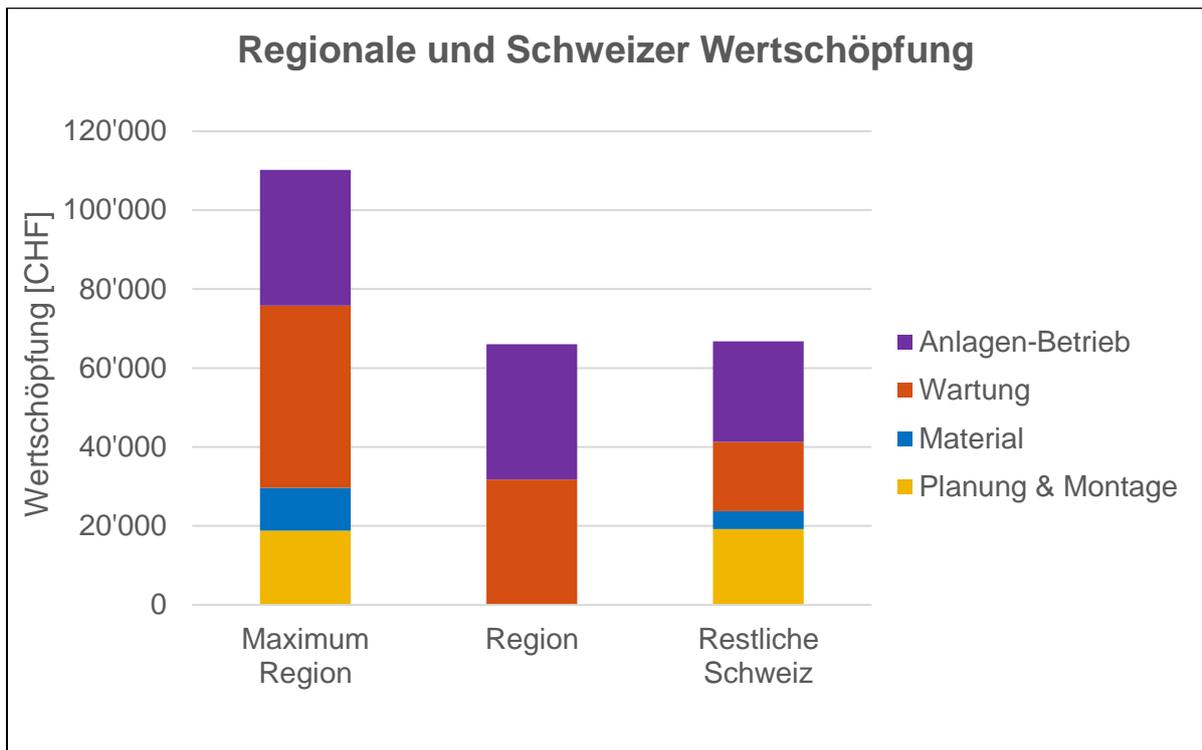


Abbildung 19: Wertschöpfung einer grossen PV-Anlage nach Offerte

Würden alle Betriebe und das gesamte Material aus der Region stammen, so wäre eine regionale Wertschöpfung von 110'000 CHF möglich. Dies entspricht 43% der Gesamtkosten. Als Minimum bleiben bei einem regionalen Betreiber 19% aller Ausgaben in Form von Wertschöpfung in der Region bleiben (siehe Abbildung 20). Die durch den Betreiber und seine Wahl des Materials und der Unternehmen beeinflussbare Wertschöpfung ist schraffiert dargestellt. Die Wertschöpfung in der gesamten Schweiz fällt im Verhältnis zu den Gesamtkosten mit mindestens 29% und maximal 55% deutlich höher aus als für die Region. Das liegt vor allem an der Mehrwertsteuer, die zusätzlich dazu kommt. Die schweizerische Wertschöpfung beträgt maximal 140'000 CHF.

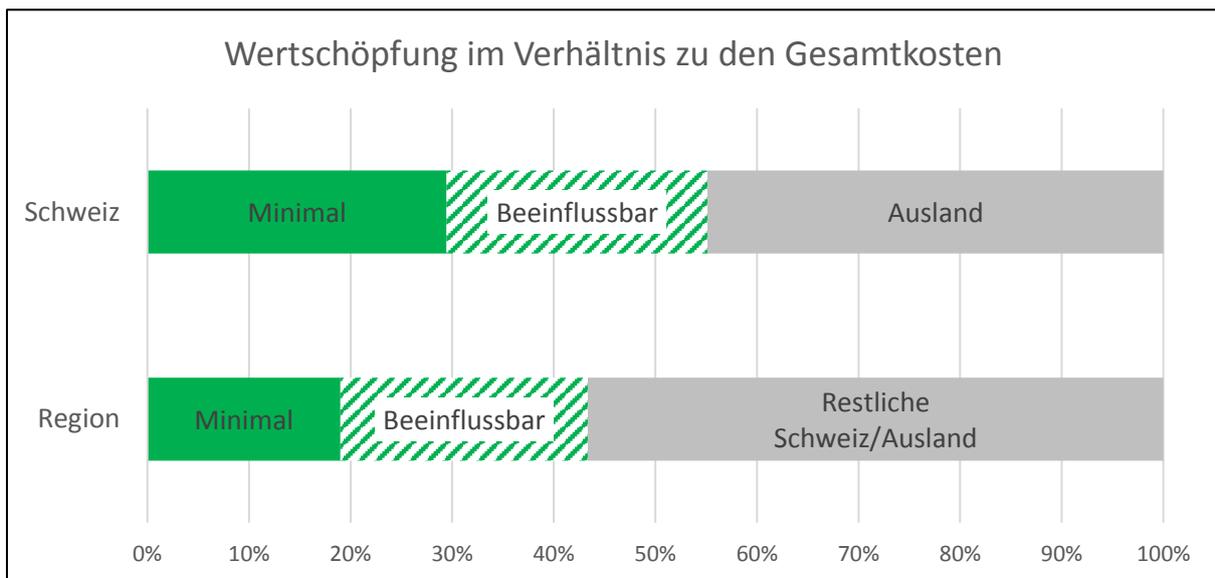


Abbildung 20: Verhältnis der regionalen und Schweizer Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer grossen PV-Anlage

## Wie kommt die minimale Wertschöpfung in der Region bzw. in der Schweiz zustande?

Wie auch bei der kleinen Anlage, wird unterschieden, welche Wertschöpfungsfaktoren durch den Betreiber beeinflusst werden können. Im Minimum bleiben bei einem regionalen Betreiber durch dessen Gewinn und die Vermietung des Stromzählers 19% der Gesamtkosten in der Region bzw. 29% in der Schweiz. Für die Wertschöpfung der Schweiz zählt auch die Mehrwertsteuer zur minimalen Wertschöpfung, da diese abhängig vom Betreiber ist. Als beeinflussbar gelten die beteiligten Firmen und die Herkunft des verwendeten Materials.

### Maximal mögliche Wertschöpfung

Stammt das gesamte Material und alle Betriebe aus der Region, kann die maximale regionale Wertschöpfung von 110'000 CHF erreicht werden. Die maximale Schweizer Wertschöpfung ist höher und beträgt 140'000 CHF. Grund dafür ist, dass in der Schweizer Wertschöpfung zusätzlich auch die Bundessteuer und die Mehrwertsteuer enthalten sind. Für die Höhe der Schweizer Wertschöpfung ist es unerheblich aus welchem Teil der Schweiz das Material und die Unternehmen stammen.

### Zusammensetzung der regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung

In Abbildung 21 wird die Zusammensetzung der maximalen regionalen und schweizerischen Wertschöpfung gezeigt. Die durch den Betreiber beeinflussbare Wertschöpfung ist schraffiert dargestellt. 100% entspricht dabei der maximalen Wertschöpfung der Region bzw. der Schweiz d.h. die Summe der Balken im linken bzw. im rechten Diagrammteil ergibt jeweils 100%. Durch die Auswahl von regionalen Materialien und Firmen, kann der Benutzer des Tools die regionale Wertschöpfung jeweils um den dazugehörigen schraffierten Balken erhöhen

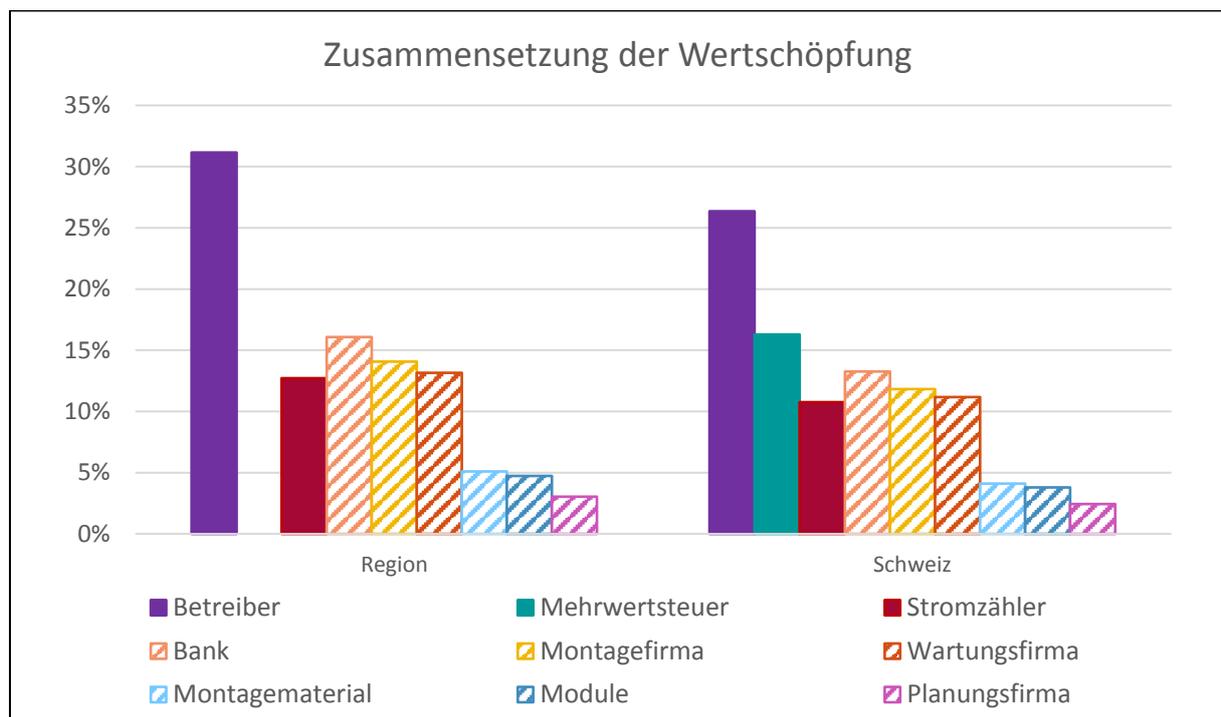


Abbildung 21: Zusammensetzung der maximalen regionalen und schweizerischen Wertschöpfung einer grossen Anlage

Auch bei dieser grossen Anlage entsteht der grösste Anteil der Wertschöpfung durch einen lokalen oder in der Schweiz ansässigen Betreiber (31% bzw. 26%). Bei der Schweizer Wertschöpfung macht die Mehrwertsteuer einen grossen Anteil (16%) aus. Rund die Hälfte der Wertschöpfung ist nicht beeinflussbar. Als grösster beeinflussbarer Faktor zeigt sich in diesem Beispiel die Bank, wobei deren

Anteil an der Wertschöpfung stark abhängig ist vom aufgenommenen Fremdkapital und dem Finanzierungs-Zinssatz. Wie schon bei der kleinen Anlage hat die Wahl der Montage- und Wartungsfirma einen grossen Einfluss auf die Wertschöpfung in der Region und der Schweiz.

### Zeitlicher Anfall der Wertschöpfung

Bei der grossen PV-Anlage zeigt sich noch stärker, dass der Grossteil der Wertschöpfung während dem Betrieb der Anlage anfällt. Während von der regionalen Wertschöpfung nur maximal 27% im Installationsjahr entstehen, sind es während dem Betrieb 73%. Ein grosser Anteil daran hat die Rückzahlung des grossen Kredites an die Bank. Auch für die Schweizer Wertschöpfung zeigt sich ein ähnliches Bild. Die maximale Wertschöpfung durch die Anfangsinvestition liegt bei 22%, die Wertschöpfung während dem Betrieb bei 78%. Dass die Schweizer Wertschöpfung prozentual noch stärker während dem Betrieb anfällt, liegt vor allem auch daran, dass zusätzlich die Mehrwertsteuer auf dem Stromverkauf anfällt und zur Wertschöpfung beiträgt.

## 4.3 Vergleich der beiden Anlagen

### Mögliche Wertschöpfung durch PV-Anlagen

Die mögliche regionale und schweizerische Wertschöpfung von grossen PV-Anlagen ist nicht nur absolut höher als die von kleinen Anlagen, sondern auch prozentual. Dies wird in Abbildung 22 für die regionale Wertschöpfung dargestellt. Dabei ist nicht nur die minimale Wertschöpfung einer grossen PV-Anlage höher, sondern auch der beeinflussbare Anteil der Wertschöpfung.

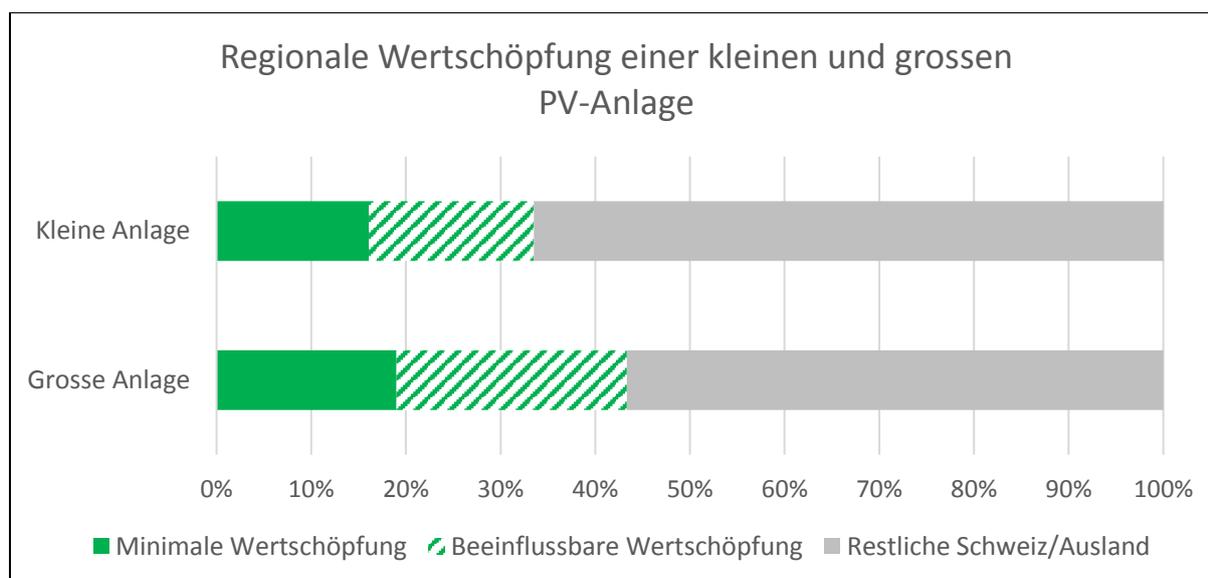


Abbildung 22: Mögliche regionale Wertschöpfung einer kleinen und grossen PV-Anlage

Dasselbe kann auch für die Schweizer Wertschöpfung gezeigt werden (Abbildung 23). Der Unterschied in der minimal entstehenden Wertschöpfung und der maximal möglichen Wertschöpfung ist dabei noch stärker ausgeprägt als bei der regionalen Wertschöpfung. Der Anteil der Kosten, welcher zwangsmässig ins Ausland abfliesst, ist bei grossen Anlagen geringer.

Je nach Grösse der Anlage und nach Betreiber kann die erreichbare regionale Wertschöpfung stark variieren. Für die Anlagen mit einer Grösse von 5 kWp bis 100 kWp dürfte sie zwischen 33% und 43% liegen.

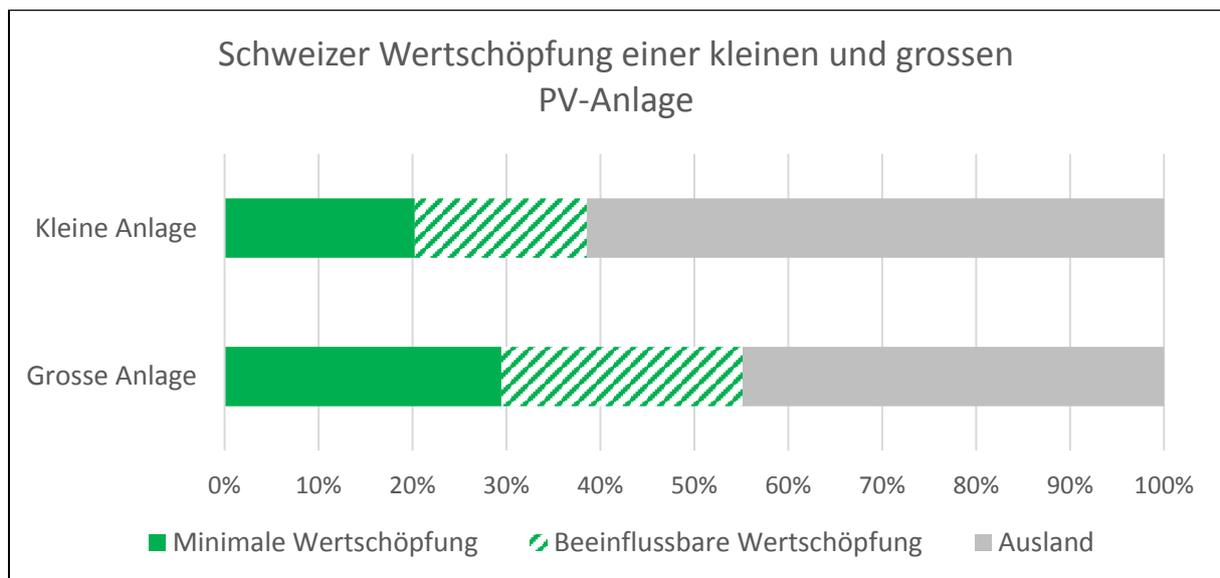


Abbildung 23: Mögliche Schweizer Wertschöpfung einer kleinen und grossen PV-Anlage

### Zusammensetzung der Wertschöpfung

Die beeinflussbaren Positionen mit dem grössten Einfluss auf die regionale und die Schweizer Wertschöpfung sind für kleine und grosse Anlagen identisch. Der prozentuale Einfluss variiert zwar bei den beiden untersuchten Anlagen, die Reihenfolge der Positionen ändert sich jedoch nicht. Einzige Ausnahme ist die Wertschöpfung durch die Bank, welche aufgrund der Investitionskosten zum einen stark von der Leistung der Anlage, zum anderen aber auch stark vom Fremdkapitalanteil abhängt. Den grössten Einfluss haben die Montagefirma und die Wartungsfirma. Sie sollten wenn möglich aus der Region oder mindestens aus der Schweiz gewählt werden. Beim Material haben die Wahl der Module und des Montagematerials in etwa den gleich grossen Einfluss auf die Wertschöpfung. Sollte für den Bau der Anlage ein Kredit bei einer Bank aufgenommen werden, lohnt sich für die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung die Wahl einer lokalen Bank in Betracht zu ziehen.

Die Untersuchung der beiden Anlagen zeigt, dass die mögliche Wertschöpfung von PV-Anlagen variieren kann. Es wurde daher keine Kennzahl für alle PV-Anlagen erstellt, die die regionale Wertschöpfung beschreibt. Die mögliche regionale Wertschöpfung von PV-Anlagen liegt im Bereich zwischen 33%-43%, die mögliche Wertschöpfung der gesamten Schweiz liegt zwischen 38% bis 55%. Da etwa die Hälfte der Wertschöpfung durch den Betreiber selbst beeinflussbar ist, lohnt es sich, auf die Wahl der Montage- und Wartungsfirma zu achten und bei Interesse die Anlage mit dem PV-Wertschöpfungsrechner durchzurechnen.

## 4.4 Vergleich mit existierenden Wertschöpfungsabschätzungen

Für die Schweiz sind drei Studien bekannt, welche die Wertschöpfung durch PV-Anlagen untersuchen. Ihre Resultate werden mit den Resultaten dieses Berichts verglichen und in Relation gesetzt. Die Resultate Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsförderung (IÖW), welche für viele Berechnungen dieser Studie verwendet wurde, werden nicht diskutiert. Die Unterschiede zwischen der Wertschöpfung in Deutschland und der Schweiz dürften aufgrund von unterschiedlichen Markt- und Arbeitsbedingungen unterschiedlich sein, weswegen ein Vergleich nicht aussagekräftig wäre.

Die Studie von Sigrist, Iten, Peter & Grass (2016) untersuchte die Wertschöpfung durch energetische Gebäudesanierungen im Kanton Graubünden. Dabei waren PV-Anlagen ein Bestandteil der Untersuchungen. Das Vorgehen zur Berechnung der Wertschöpfung war ähnlich wie für diese Studie,

allerdings orientierten sich die Autoren nicht an der Wertschöpfung einer Anlage, sondern bestimmten den möglichen Ausbau von Photovoltaik im Kanton Graubünden bis im Jahr 2020. Aus den Investitionskosten für den vorgeschlagenen Ausbau wurde die Wertschöpfung berechnet. Es wurden nur die Wertschöpfungsschritte Planung, Montage und Herstellung des Materials betrachtet, womit die Aufteilung in der Studie von Sigrist et al. (2016) leicht von der Aufteilung dieser Studie abweicht.

Die Wertschöpfung durch PV-Anlagen in Graubünden werden auf 8.2 Mio. CHF pro Jahr berechnet, die Investitionen belaufen sich dabei auf 30 Mio. CHF pro Jahr (Sigrist et al., 2016). Das würde bedeuten, dass 27% der Gesamtinvestitionen zur regionalen Wertschöpfung im Kanton Graubünden beitragen. Dies deckt sich gut mit den Ergebnissen aus dem Wertschöpfungsrechner. Bei kleinen PV-Anlagen wird die Wertschöpfung durch Montage, Planung und Materialherstellung mit maximal 21% der Investitionskosten ausgegeben. Für grössere Anlagen resultiert eine Wertschöpfung beim Anlagenbau von 22% der Investitionskosten. Ein grosser Teil des unterschiedlichen Resultats dürfte daher stammen, dass der Kostenanteil von Planung und Montage bei Sigrist et al. (2016) fast 20% höher angenommen wurde, als dies bei der gewählten Standard-Aufteilung im Wertschöpfungsrechner der Fall ist. Trotzdem ist eine Abweichung von +/- 5% gering und zeigt, dass die Werte des Wertschöpfungsrechners in derselben Grössenordnung liegen. Zum gleichen Schluss kommt die Studie von Sigrist et al. (2016) insofern, dass auch in ihrer Untersuchung die Montage der Anlage am stärksten zur regionalen Wertschöpfung beiträgt. Wartung und Unterhalt wurde in der Studie von Sigrist et al. (2016) nicht berücksichtigt, deshalb kann die Wertschöpfung aus dem Betrieb der PV-Anlage nicht verglichen werden.

Eine weitere Studie für die Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in der Schweiz liegt schon etwas länger zurück. In der Studie von Ribi, Buser, von Felten, Walther, & Bernath (2012) wird die Aufteilung der Wertschöpfung von PV-Anlagen in regionale, Schweizer und im Ausland anfallende Wertschöpfung gemacht. Dabei wurden nicht nur die Produktion des Materials und die Montage der Anlage, sondern auch der Betrieb einbezogen. Ihre Aufteilung, dass gut 35% der Wertschöpfung in der Region, ca. 30% zusätzlich in anderen Teilen der Schweiz und der Rest der Wertschöpfung im Ausland anfallen, deckt sich mit den Erkenntnissen aus dem Wertschöpfungsrechner. Die regionale Wertschöpfung liegt dort je nach Anlagengrösse zwischen 33% und 43% (vgl. Abbildung 22). Die maximale Schweizer Wertschöpfung liegt mit max. 55% der Gesamtkosten nicht ganz so hoch. Eine totale Wertschöpfung in der Schweiz von 70% der Gesamtkosten scheint mit den Berechnungen des Wertschöpfungsrechners nicht realistisch. Dieser Unterschied könnte unter anderem mit veränderten Marktsituationen zusammenhängen. Zum Beispiel sind die Preise für PV-Anlagen in den letzten Jahren stark gesunken (Hüsser, 2016), wodurch auch die Gewinnmargen in der Solarbranche gesunken sein dürften.

Abschliessend zeigt sich, dass alle vorliegenden Studien die regionale Wertschöpfung durch PV-Anlagen in der Schweiz ähnlich einstufen. Wie sich an den zwei berechneten Beispielen im Wertschöpfungsrechner gezeigt hat, ist die regionale Wertschöpfung je nach Anlage unterschiedlich und die Definition einer Kennzahl für alle PV-Anlagen könnte das komplexe Thema nicht befriedigend abbilden. Allerdings kann unabhängig von der Grösse der PV-Anlage und der tatsächlichen Höhe der regionalen Wertschöpfung gesagt werden, dass vor allem die Wahl einer lokalen Montage- und Wartungsfirma angestrebt werden sollte, um die regionale Wertschöpfung zu erhöhen.

## 5 Literaturverzeichnis

- AHV/IV. (2016). *Beiträge an die Arbeitslosenversicherung - Stand am 1. Januar 2016*.
- AHV/IV. (2017). *Lohnbeiträge an die AHV, die IV und die EO - Stand am 1. Januar 2017*.
- ArGe Medien im ZVEH GbR. (n.d.). Einfamilienhaus. Retrieved 24 May 2017, from <http://www.e-check.de/privat/e-check-pv/einsatzbereiche/einfamilienhaus.html>
- Basler und Hofmann AG, & ZHAW. (2015). *Betriebskosten von PV-Anlagen - Effektive Kosten und Ausblick*. Zürich und Winterthur: BFE.
- BFE. (2016a). *Energiestrategie 2050 nach der Differenzbereinigung*. BFE, Abteilung Medien und Politik.
- BFE. (2016b). *Überprüfung der Gestehungskosten und der Vergütungssätze von KEV-Anlagen*.
- BFS. (2015). *Die Raumgliederung der Schweiz*.
- EKZ. (2017). *EKZ Tarifsammlung*.
- Ernst & Young. (2016). *Zinsmargenanalyse 2016 - Erhalt der Zinsmarge im Negativzinsumfeld*. Basel.
- ESTV. (2015). *Das schweizerische Steuersystem* (16. Auflage). Bern: Schweizerische Steuerkonferenz Kommission Information.
- ESTV. (2016a). *Die Besteuerung der juristischen Personen (Stand der Gesetzgebung: 1. Januar 2016)*. Bern: Schweizerische Steuerkonferenz.
- ESTV. (2016b). *Steuerrechner*. Retrieved 28 March 2017, from <http://www.estv2.admin.ch/d/dienstleistungen/steuerrechner/steuerrechner.htm>
- Heinbach, K., Rupp, J., & Hirschl, B. (2017). *Mehrwert einer regionalen Energiewende im Lausitzer und im Rheinischen Revier*. Berlin: IÖW, Greenpeace.
- Hirschl, B., Aretz, A., Prahl, A., Böther, T., Heinbach, K., Pick, D., & Funcke, S. (2010). *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien* (Schriftenreihe des IÖW No. 196/10). Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsförderung (IÖW) & Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE).
- Huemer, S. (2016). *Einflussfaktoren auf die regionale Wertschöpfung am Beispiel PV-Anlagen* (Tutorial 3 unter der Leitung von Rohrer, J. & Sperr, N.). ZHAW, Wädenswil.
- Huemer, S. (2017). *Regionale Wertschöpfung von Gebäudesanierungen in der Schweiz* (Masterarbeit). ZHAW Wädenswil, Wädenswil.
- Hüsser, P. (2015). *National Survey Report of PV Power Applications in Switzerland 2014* (IEA-PVPS). International Energy Agency (IEA).

- Hüsser, P. (2016). *National Survey Report of PV Power Applications in Switzerland 2015* (IEA-PVPS). International Energy Agency (IEA).
- IFBC. (2016). *Wertschaffung der Schweizer Retailbanken*. Zürich.
- Kantonales Steueramt, & Amt für Wirtschaft und Arbeit des Kantons Zürich. (2015). *Steuern im Kanton Zürich - Eine Übersicht*.
- Kaufmann, U. (2016). *Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien - Ausgabe 2015*. Bern: BFE; UVEK.
- KPMG. (2016). *Clarity on Swiss Taxes* (Clarity on). Zürich.
- Ribi, F., Buser, B., von Felten, N., Walther, R., & Bernath, K. (2012). *Regionalökonomische Potenziale und Erfolgsfaktoren für den Aufbau und Betrieb von Energieregionen*. Bern: ARE, BLW, BFE & SECO.
- Sigrist, D., Iten, R., Peter, M., & Grass, M. (2016). *Arbeitsplätze für die Regionen Graubündens - Studie zur wirtschaftlichen Bedeutung energetischer Gebäudesanierungen im Kanton Graubünden*. Chur: Infrac & BAKBasel.
- SNB. (2015). *Erfolgsrechnung der Banken in der Schweiz nach Jahr und Position*.
- Swissolar. (2015). *Kantonale und eidgenössische Steuerpraxis* (Merkblatt Photovoltaik No. 9). Zürich: Swissolar & EnergieSchweiz.
- VZ VermögensZentrum. (2016). *Einkommenssteuern für Alleinstehende*. Retrieved 8 March 2017, from <https://www.vermoegenszentrum.ch/ratgeber/vergleiche/grenzsteuersaetze-fuer-alleinstehende.html>
- Wirtschaftslexikon24. (2015). *Zinsspanne*. Retrieved 2 May 2017, from <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/zinsspanne/zinsspanne.htm>