

# Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen

Erstellung eines Wertschöpfungsrechners  
für Solarthermie-Anlagen



Forschungsgruppe Erneuerbare Energien,  
ZHAW Wädenswil, Juli 2017  
[www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/](http://www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/)

## **Impressum**

### **Auftraggeber:**

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

### **Titelbild:**

Solarthermie-Anlage (Thole, 2010)

### **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:**

Juli 2017

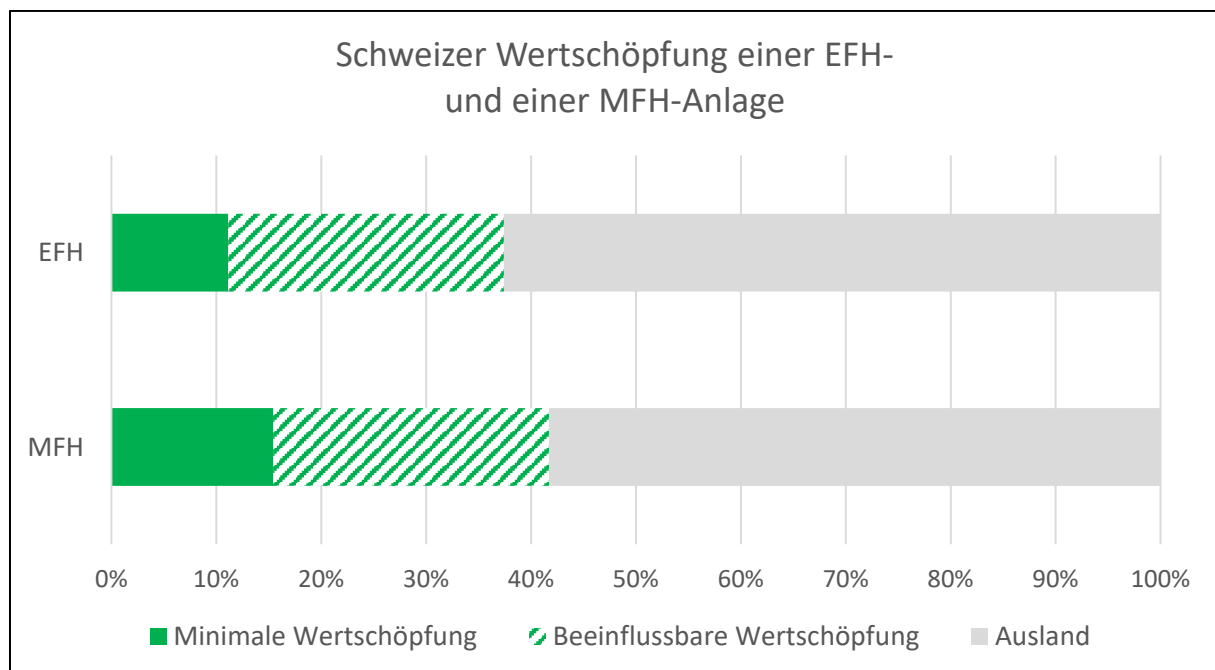
## Zusammenfassung

Trotz ihres grossen Potentials machen Solarthermie-Anlagen in der Schweiz zurzeit weniger als 1% der Wärmeerzeugung aus. Um die Treibhausgasemissionen der Schweiz zu senken und den Umstieg auf erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung voranzutreiben, sind sie eine Option die weiterverfolgt werden sollte.

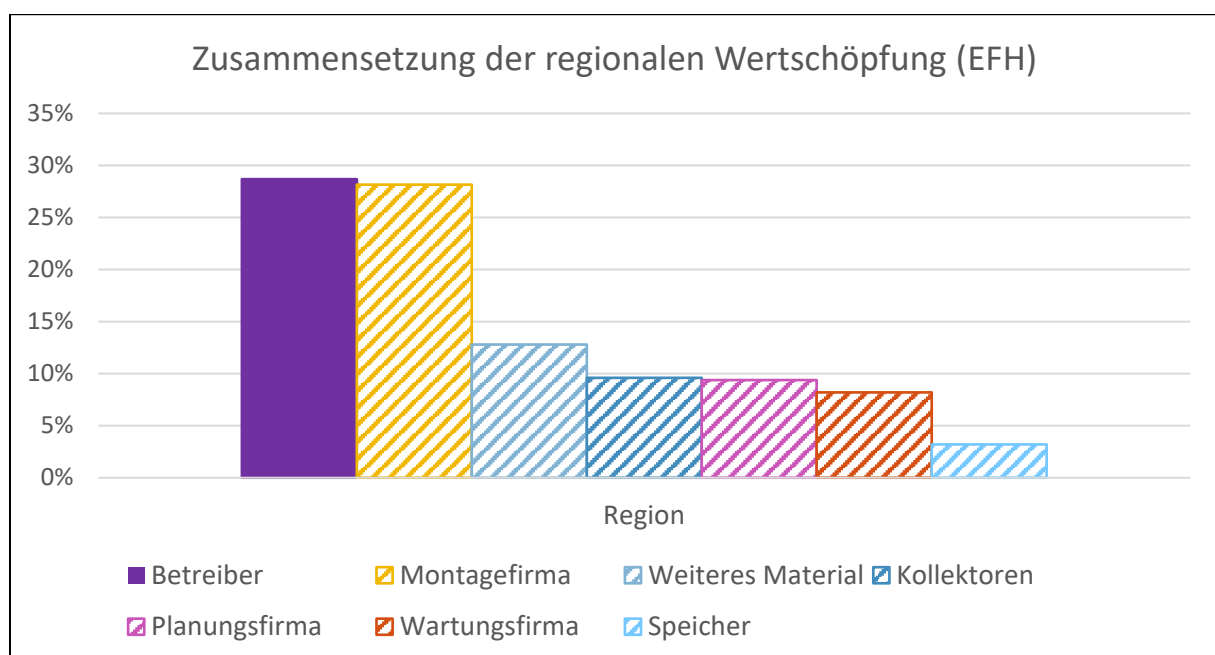
Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist neben der Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien auch die regionale Wertschöpfung durch die Investition und den Betrieb einer Solarthermie-Anlage von Interesse. Der hohe Mittelabfluss ins Ausland durch den Import von Heizöl legt nahe, dass eine lokale Wärmeengewinnung auch die regionale Wertschöpfung steigern kann. Die vorliegende Arbeit soll nun die Frage beantworten, welcher Teil der Kosten einer Solarthermie-Anlage in der Region und in der Schweiz bleiben kann und dadurch zur Unterstützung des lokalen Gewerbes und zum Erhalt oder sogar zur Schaffung von Arbeitsplätzen beiträgt.

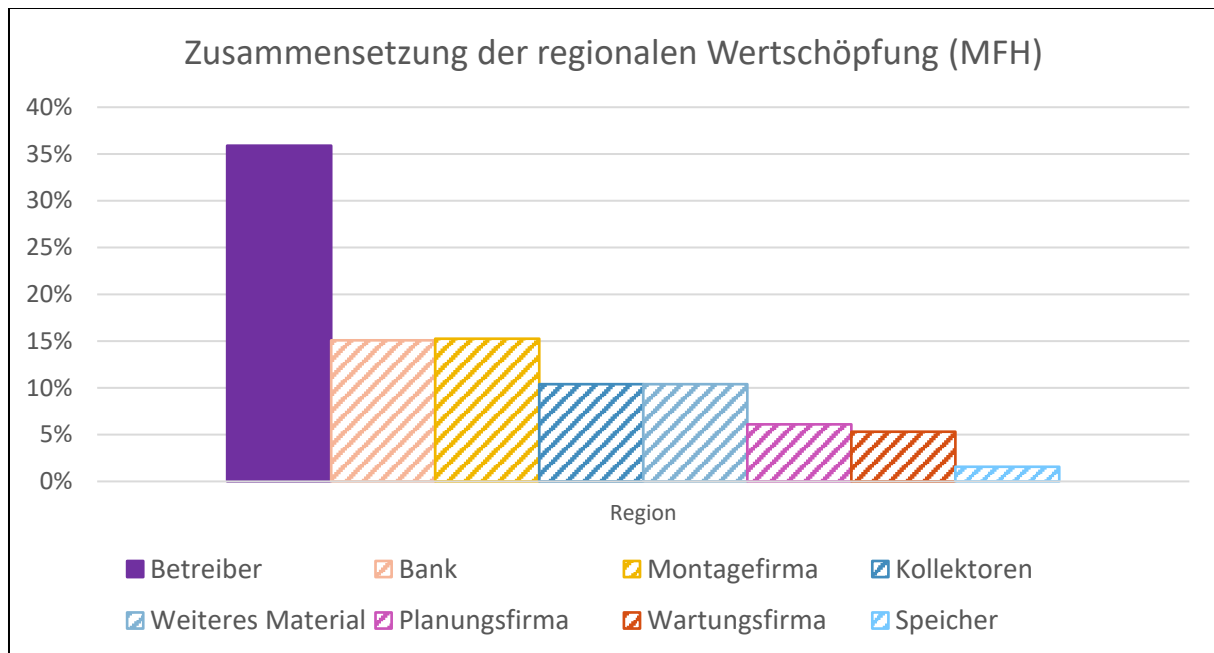
Für gewisse Regionen in der Schweiz gibt es bereits Untersuchungen zur regionalen Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen. Ein umfassendes Tool, mit dem die regionale Wertschöpfung einer spezifischen Anlage in der Schweiz abgeschätzt werden kann, gibt es bislang aber nicht. Im Vordergrund dieser Arbeit steht deswegen die Entwicklung eines einfach zu bedienenden Wertschöpfungsrechners. Dabei sollen sowohl Planung, Materialherstellung und Montage als auch der Betrieb der Anlage inklusive Wartung in die Berechnung einbezogen werden. Als beispielhafte Anwendungen wurde der Rechner verwendet, um die Zusammensetzung der Wertschöpfung für Solarthermie-Anlagen zur Warmwasseraufbereitung auf Ein- und Mehrfamilienhäusern (EFH & MFH) zu untersuchen.

Die regionale und die gesamte Wertschöpfung in der Schweiz hängen nur minim von der Grösse der Anlage ab. Sie beträgt maximal ca. 40% der Gesamtkosten (siehe Abbildung unten). Der graue Balken besteht aus den Vorleistungen (z.B. Materialien, Halbfabrikate, Produktionsmaschinen, usw.), deren Herkunft unbekannt ist und deshalb aus dem Ausland angenommen wurde.



Der grösste Anteil der Wertschöpfung besteht aus dem Gewinn des Betreibers über die angenommene Lebensdauer der Solarthermie-Anlage von 25 Jahren (29% für EFH- und 36% für MFH-Anlagen). Dieser Gewinn entsteht primär durch Einsparungen in den Öl-, Gas- oder Stromkosten. Durch einen regionalen Betreiber kann daher sichergestellt werden, dass ca. ein Drittel der maximal möglichen regionalen Wertschöpfung tatsächlich in der Region bleibt. Bis zu 70% der Wertschöpfung von EFH-Anlagen (65% bei MFH-Anlagen) können durch den Betreiber beeinflusst werden. Dies ist in den untenstehenden Abbildungen schraffiert dargestellt. Die Wahl einer lokalen Montagefirma erhöht die regionale Wertschöpfung in beiden Fällen am stärksten. Für EFH-Anlagen macht sie 28% der möglichen Wertschöpfung aus. Bei MFH-Anlagen sind es 15%. Das liegt vor allem an der Wertschöpfung durch die Bank, welche im Beispiel der MFH-Anlage einbezogen wurde. Der hohe Fremdfinanzierungsgrad führt zu einer regionalen Wertschöpfung der Bank von 15%. Dadurch führt die Wahl einer regionalen Bank zu einer ähnlichen Wertschöpfungssteigerung wie die Wahl der Montagefirma. Auch die Wahl der Kollektoren und des weiteren Materials führt je zu 10% der maximalen Wertschöpfung.





Die regionale (bzw. Schweizer) Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage kann (in abnehmender Priorität) durch folgende Entscheidungen erhöht werden:

1. Regionaler (schweizerischer) Betreiber und Investor für die Solarthermie-Anlage
2. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Montagefirma
3. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Bank, sofern Fremdkapital notwendig ist
4. Verwendung von regionalem (schweizerischen) Material (Unterkonstruktion, Rohre, Pumpe etc.)
5. Verwendung von regional (in der Schweiz) hergestellten Kollektoren
6. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Planungsfirma für die Solarthermie-Anlage
7. Wahl einer regionalen (schweizerischen) Wartungsfirma für die Solarthermie-Anlage
8. Wahl eines regional (in der Schweiz) hergestellten Speichers

Mit der Hilfe des Wertschöpfungsrechners auf Excel können die Auswirkungen der Wahl der Dienstleistungsbetriebe und der Herkunft des Materials auf die regionale und die Schweizer Wertschöpfung für jede projektierte Solarthermie-Anlage zur Warmwasser-Bereitstellung auf Ein- und Mehrfamilienhäusern bestimmt werden.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
2 Hintergrund: Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen.....	2
2.1 Aufteilung der Investitionskosten.....	2
2.2 Aufteilung der Unterhalts- und Kapitalkosten.....	5
2.3 Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage.....	7
3 Berechnungsmethodik der regionalen Wertschöpfung.....	9
4 Beschreibung des Wertschöpfungsrechners für Solarthermie.....	12
4.1 Beispiel einer Solarthermie-Anlage für ein Einfamilienhaus.....	16
4.2 Beispiel einer Solarthermie-Anlage für ein Mehrfamilienhaus.....	21
4.3 Solarthermie-Anlagen mit Heizungsunterstützung.....	25
4.4 Vergleich der Ein- und Mehrfamilienhaus-Anlagen.....	28
4.5 Vergleich mit existierenden Wertschöpfungsabschätzungen.....	30
5 Literaturverzeichnis.....	32

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einflussfaktoren der regionalen Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen.....	3
Abbildung 2: Aufteilung der Investitionskosten einer Solarthermie-Anlage (Daten von Ernst Basler + Partner (2014)) .....	4
Abbildung 3: Verteilung der Unterhaltskosten .....	6
Abbildung 4: Zeitlicher Anfall der Kosten einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH.....	7
Abbildung 5: Zeitlicher Anfall der Kosten einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH .....	7
Abbildung 6: Screenshot des 1. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für Solarthermie-Anlagen .....	13
Abbildung 7: Screenshot des 2. Eingabeblattes .....	14
Abbildung 8: Screenshot des Ausgabeblattes .....	15
Abbildung 9: Einnahmen und Ausgaben für eine Solarthermie-Anlage auf einem EFH .....	17
Abbildung 10: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH.....	18
Abbildung 11:Verhältnis der Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage (EFH).....	19
Abbildung 12: Zusammensetzung der regionalen und schweizerischen Wertschöpfung (EFH).....	20
Abbildung 13: Einnahmen & Ausgaben einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH .....	22
Abbildung 14: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH .....	23
Abbildung 15: Wertschöpfung im Verhältnis zu den Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage (MFH) .....	24
Abbildung 16: Zusammensetzung der Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH ...	25
Abbildung 17: Anpassung der Aufteilung der Investitionskosten .....	26
Abbildung 18: Kostenverteilung einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung.....	27
Abbildung 19: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung .....	27
Abbildung 20: Regionale Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH und einem MFH.....	28
Abbildung 21: Schweizer Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH und einem MFH .....	29

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Feinverteilung der Investitionskosten nach Hirschl et al. (2010) .....	4
Tabelle 2: Kennzahlen für die Berechnung der Wertschöpfung (Huemer, 2016).....	9
Tabelle 3: Eingabeparameter für eine Solarthermie-Anlage auf einem EFH .....	16
Tabelle 4: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH in Zahlen.....	17
Tabelle 5: Eingabeparameter für eine Solarthermie-Anlage auf einem MFH.....	21
Tabelle 6: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH.....	23
Tabelle 7: Eingabeparameter einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung .....	26

# 1 Einleitung

Die Energieversorgung der Schweiz ist stark abhängig von fossilen Energieträgern. 65% des schweizerischen Endenergieverbrauchs wird in Form von Treibstoffen, Erdölbrennstoffen und Gas importiert (BFE, 2016b). Nach dem Verkehr, welcher vor allem fossile Treibstoffe verbraucht, sind die Haushalte die zweitgrössten Energieverbraucher in der Schweiz. Über die Hälfte der durch private Haushalte verbrauchten Energie stammt aus Heizöl und Erdgas und wird vor allem für die Raumwärme und die Warmwasser-Bereitstellung verwendet (Prognos, 2016). Neben Öl und Gas wird ein Viertel des Warmwassers mit Elektroboilern erwärmt, in neuen Gebäuden sind diese aber verboten. Mit dem 1. Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 soll nun der Endenergieverbrauch pro Person bis im Jahr 2020 um 16% gegenüber dem Energieverbrauch von 2000 gesenkt werden (BFE, 2016a). Dabei ist auch eine Reduktion des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich vorgesehen.

Die Solarthermie trägt zurzeit mit weniger als 1% nur einen kleinen Teil zur Bereitstellung des Heizwärmebedarfs in der Schweiz bei (BFE, 2016b). Auch in der Warmwasser-Bereitstellung, der häufigsten Verwendungsart der Solarthermie in der Schweiz, stammten im Jahr 2015 nur knapp 4% aus Solarthermie-Anlagen (Prognos, 2016). Das Potential von Solarwärme in der Schweiz wäre dabei durchaus vorhanden. Das Bundesamt für Energie BFE (2016c) geht davon aus, dass bei einer optimalen Sanierung der Gebäude der gesamte Heizwärmebedarf der Schweizer Haushalte durch Solarkollektoren gedeckt werden könnte.

Die Solarthermie ist somit eine interessante Variante, um den Treibhausgasausstoss der Schweiz zu verringern und den Umstieg auf erneuerbare Energien voranzubringen. Ein weiterer positiver Effekt von Solarthermie-Anlagen ist die Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern aus dem Ausland. Laut einer Studie von Eymann, Rohrer, & Stucki (2014) löst der Import von Energieträgern jährlich einen Mittelabfluss von 13 Milliarden CHF ins Ausland aus. Knapp 30% sind dabei alleine auf den Import von Heizöl zurückzuführen. Durch den Bau von Solarthermie-Anlagen könnte somit ein Teil dieses Mittelabflusses gestoppt werden und stattdessen als regionale Wertschöpfung in der Schweiz bleiben.

Das Ziel dieser Studie war die Erstellung eines Wertschöpfungsrechners, der die regionale und schweizerische Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen berechnen und aufzeigen kann. Zudem sollte damit gezeigt werden, welche Massnahmen und Entscheidungen des Betreibers die regionale Wertschöpfung beeinflussen. Der Rechner veranschaulicht, inwiefern die Investition in erneuerbare Energien zusätzlich auch eine Investition in den Wirtschaftsstandort Schweiz und die Region ist.



## 2 Hintergrund: Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen

Solarthermie-Anlagen können zur Warmwasser-Aufbereitung oder als Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Der Fokus des programmierten Wertschöpfungsrechners liegt auf Anlagen zur Warmwasser-Aufbereitung, da dies in der Schweiz bis heute die häufigste Anwendung von Solarthermie-Anlagen ist (Swissolar, 2013). Es ist mit dem Solarthermie-Rechner aber ebenfalls möglich, die Wertschöpfung durch heizungsunterstützende Solarthermie-Anlagen zu berechnen. Dies wird anhand eines Beispiels in Kapitel 4 vorgestellt. Die Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen wird für fünf Schritte von der Herstellung der Komponenten bis zum Betrieb der Anlage berechnet. Diese sind:

- Planung der Anlage (Pink in Abbildung 1)
- Herstellung der Komponenten (Blau)
- Montage der Anlage (Orange)
- Wartung der Anlage (Rot)
- Anlagen-Betrieb (Violett)

Die Lebensdauer einer Solarthermie-Anlage liegt zwischen 20 bis 30 Jahren (EnergieSchweiz, 2017; Swissolar, 2003). Für die Berechnungen wird eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Dies liegt in der gefundenen Spanne der Lebensdauer und die Ergebnisse können einfach mit den Resultaten aus dem Wertschöpfungsrechner für Photovoltaik-Anlagen verglichen werden (die Lebensdauer wurde dort ebenfalls auf 25 Jahre festgelegt). Einige der oben genannten fünf Schritte wurden noch weiter unterteilt. Sie werden in den nächsten Abschnitten näher beschrieben.

### 2.1 Aufteilung der Investitionskosten

Die Investitionskosten der Solarthermie-Anlage werden dem Umsatz der Firmen gleichgesetzt, welche an Planung, Montage und Herstellung des Materials beteiligt sind. Der Umsatz wird benötigt um die Wertschöpfung zu berechnen. Die Aufteilung des Umsatzes auf die beteiligten Firmen geschieht durch das Tool automatisch und basiert auf Daten von Ernst Basler + Partner (2014), welche die Zusammensetzung der Kosten von Schweizer, Österreichischen und Deutschen Solarthermie-Anlagen untersuchten. Dabei unterteilten sie die Investitionskosten in die Teile Arbeit, Speicher, Kollektor und weiteres Material. Diese Aufteilung unterscheidet sich für Anlagen auf Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH). Der Arbeitsaufwand wurde mithilfe der Daten von Sigrist, Iten, Peter, & Grass (2016) weiter aufgeteilt in Planung und Montage. Die Planung macht demnach ein Viertel und die Montage drei Viertel aus. Diese Aufteilung wurde für Ein- und Mehrfamilienhäuser übernommen. Der Anteil der Planung wird deswegen für beide Varianten gleich übernommen. Die beiden Standard-Aufteilungen sind in Abbildung 2 dargestellt. Für die Materialherstellung werden die zwei Hauptkomponenten einer Solarthermie-Anlage, die Kollektoren und der Speichertank, separat aufgeführt. Es zeigt sich, dass in einem Einfamilienhaus der Speichertank und die Montage die beiden grössten Kostenpunkte sind, während beim Mehrfamilienhaus die Kollektoren, die Montage und das weitere Material jeweils je einen Viertel der Kosten ausmachen.

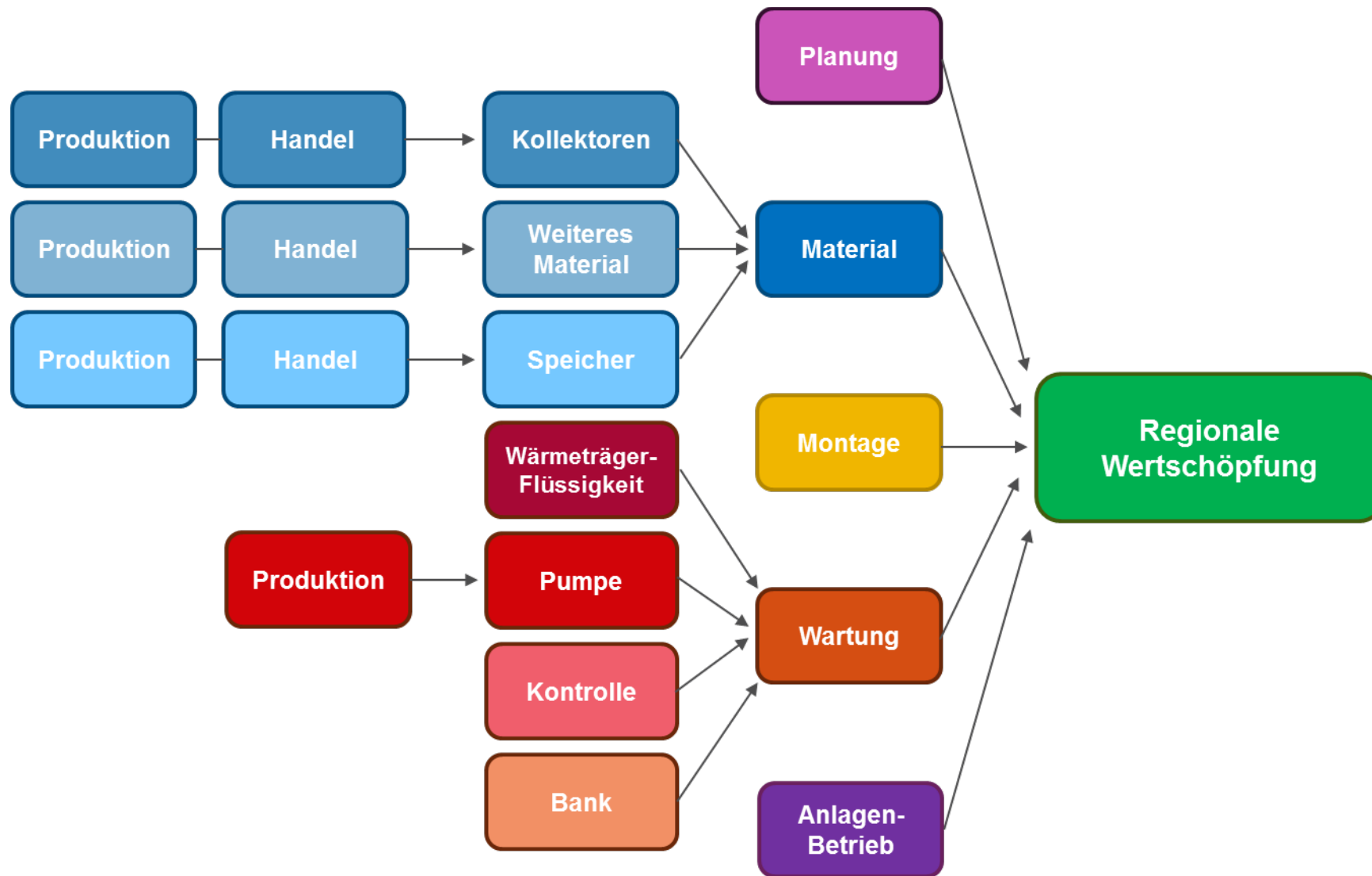


Abbildung 1: Einflussfaktoren der regionalen Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen

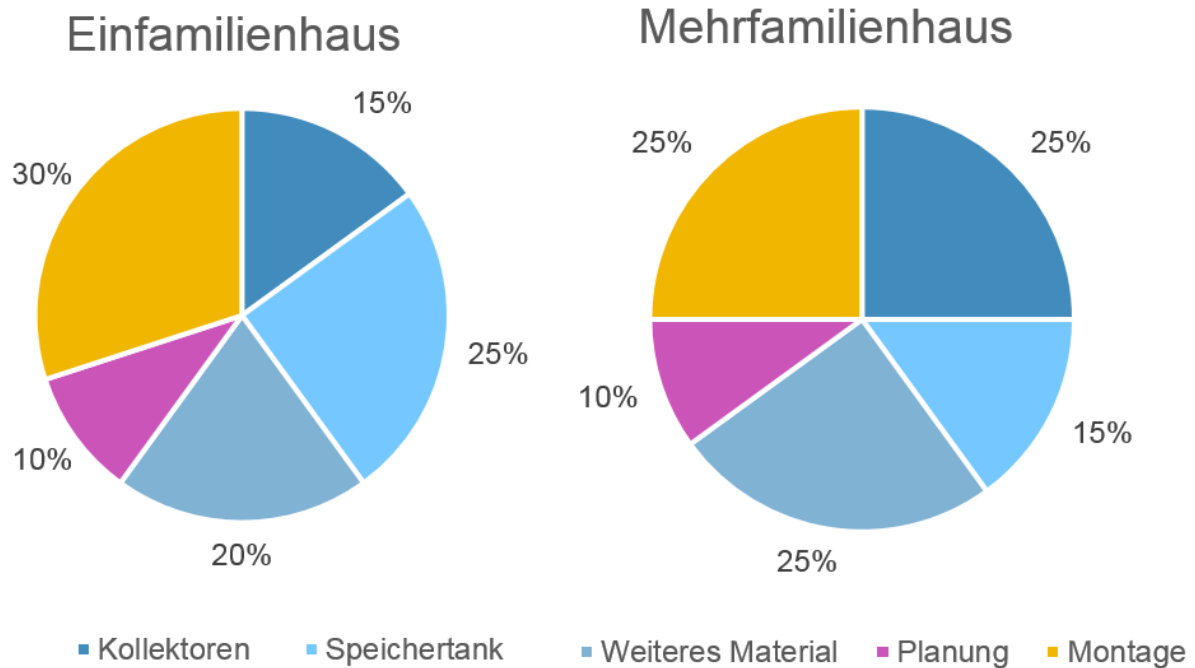


Abbildung 2: Aufteilung der Investitionskosten einer Solarthermie-Anlage (Daten von Ernst Basler + Partner (2014))

Bei der Herstellung des Materials wurde zudem auch der Grosshandel einbezogen. Der Anteil des Grosshandels an den Materialkosten wurde dabei aus Sigrist et al. (2016) abgeleitet. Die genaue Aufteilung ist in Tabelle 1 aufgeführt.

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

Position	Anteil EFH [%]	Anteil MFH [%]
<b>Planung</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Kollektoren</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
Handel Kollektoren	2	2
Produktion Kollektoren	13	23
<b>Speichertank</b>	<b>25</b>	<b>15</b>
Handel Speichertank	2	2
Produktion Speichertank	23	13
<b>Weiteres Material</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
Handel weiteres Material	2	2
Produktion weiteres Material	18	23
<b>Montage</b>	<b>30</b>	<b>25</b>

### Planung der Anlage

Die Planung der Anlage beinhaltet vor allem die Dimensionierung der Kollektorfläche und des Warmwassertanks, sowie die Ausführungsplanung. Dazu gehört unter anderem die Dimensionierung der Ventile und Pumpen, sowie die Planung der Leitungsführung.

### Herstellung der Komponenten

Die Herstellung des Materials für die Solarthermie Anlage ist in Abbildung 1 in verschiedenen Blautönen dargestellt. Als wichtigste Komponenten sind die Kollektoren und die Speicher separat auf-

geführt. In der Schweiz werden sowohl Kollektoren als auch Speicher hergestellt. Wie die Markterhebung von Hostettler (2016) für das Jahr 2015 zeigt, wurde etwa die Hälfte der montierten Kollektorfläche in der Schweiz hergestellt.

Die Wertschöpfung durch den Wasserspeicher wird in diesem Tool speziell berücksichtigt: Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Solarthermie-Anlage gleichzeitig mit einem neuen Heizsystem realisiert wird und auch ohne Solarthermie-Anlage ein neuer Speicher angeschafft werden muss. Diese Tatsache wird auch Synergieeffekt genannt, welcher in Kapitel 3 im Abschnitt «Gewinn durch den Anlagen-Betrieb von natürlichen Personen» genauer beschrieben wird. Da die Speicher mit Solarthermie-Anlage jedoch ein grösseres Volumen aufweisen, sind sie teurer. Es kann also nur die Wertschöpfung aus den Mehrkosten des Speichers der Solarthermie-Anlage zugeschrieben werden. Der WWF Schweiz (2015) rechnet bei Einfamilienhäusern damit, dass die kleineren Speicher 20% günstiger sind, bei Mehrfamilienhäusern sind es 25%. Deswegen werden je nach Situation nur 20% bzw. 25% der ursprünglichen Investitionskosten des Speichers verwendet um die Wertschöpfung der Anlage zu bestimmen.

### **Montage der Anlage**

Die Montage der Anlage kann im Normalfall innerhalb von wenigen Tagen abgeschlossen werden. Die Kollektoren müssen auf dem Dach befestigt und über Rohre mit dem Wasserspeicher verbunden werden. Als Wärmeträger wird normalerweise ein Gemisch aus Wasser und Glykol als Frostschutz verwendet.

## **2.2 Aufteilung der Unterhalts- und Kapitalkosten**

### **Wartung der Anlage**

Obwohl Solarthermie-Anlagen während dem Betrieb wartungsarm sind, fallen Unterhaltskosten an. Die wichtigsten drei Bestandteile sind (EnergieSchweiz, 2017):

- Austausch der Wärmeträgerflüssigkeit (periodisch)
- Kontrollgänge (periodisch)
- Ersatz der Pumpe (einmalig)

Sie sind in Abbildung 1 zusammen mit der Bank und in Abbildung 3 in verschiedenen Rottönen abgebildet. Die Unterhaltskosten werden über die Investitionskosten abgeschätzt. Analog zu EnergieSchweiz (2017) entsprechen die jährlichen Unterhaltskosten 0.5% der Investitionskosten.

Die Unterhaltsarbeiten werden alle von einer Wartungsfirma durchgeführt. Dies kann in der Realität dieselbe Firma sein, die bereits für die Planung und Montage der Anlage zuständig war. Die feinere Aufteilung der Unterhaltskosten ist in Abbildung 3 dargestellt.

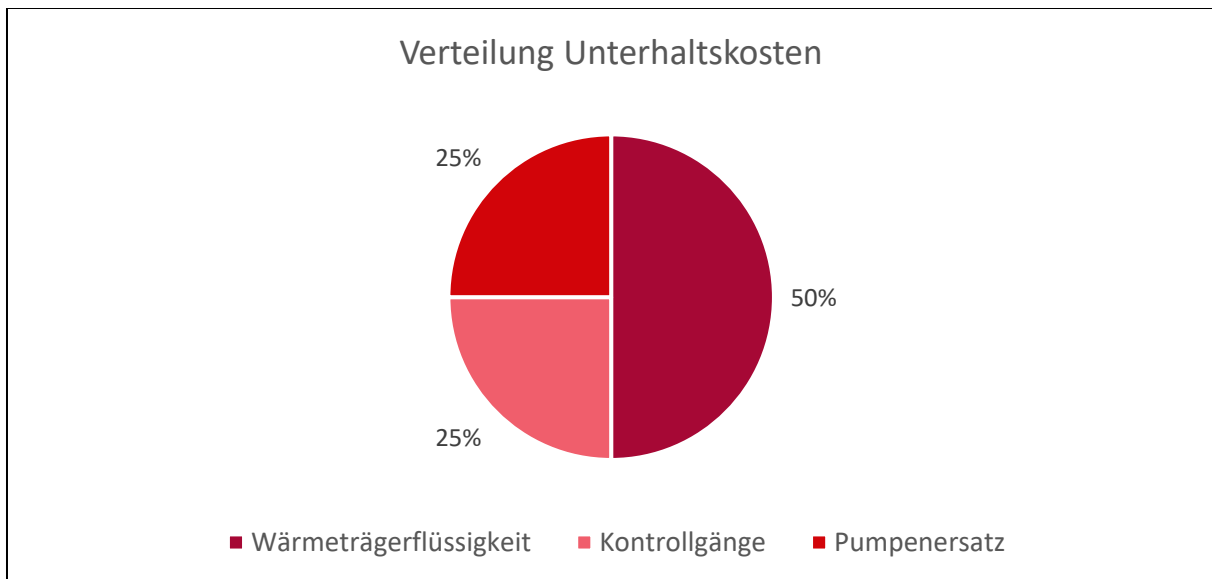


Abbildung 3: Verteilung der Unterhaltskosten

Der Tausch der Wärmeträgerflüssigkeit macht mit 50% den grössten Teil der Unterhaltskosten im Wertschöpfungsrechner aus. Optimal wird die Wärmeträgerflüssigkeit jährlich auf ihre Funktionalität geprüft (elektriker.org, 2012). Dieser Aufwand zählt zum Aufwand durch Kontrollgänge, welcher 25% ausmacht. Die Lebensdauer der Wärmeträgerflüssigkeit kann nicht genau bestimmt werden und ist abhängig von der Anlage. Nach ca. 10 bis 12 Jahren muss sie im Normalfall vollständig ersetzt werden (Madel, n.d.). Ein einmaliger Wechsel der Flüssigkeit ist in den Unterhaltskosten eingerechnet. Zusätzlich muss damit gerechnet werden, dass die Umwälzpumpe einmal während der Lebensdauer der Solarthermie-Anlage ersetzt werden muss. Dieser Ersatz macht ebenfalls 25% der Unterhaltskosten aus.

Die drei Kostenpunkte des Unterhalts werden weiter unterteilt in Arbeitskosten und Materialherstellungskosten. Beim Ersatz der Wärmeträgerflüssigkeit wird angenommen, dass 50% der Kosten für die Herstellung der Wärmeträgerflüssigkeit und 50% für den Tausch der Flüssigkeit durch die Wartungsfirma aufgewendet werden. Die Wertschöpfung durch die Herstellung der Wärmeträgerflüssigkeit wird in diesem Wertschöpfungsrechner nicht berücksichtigt. Bei den Kontrollgängen entstehen keine Materialkosten, für den Pumpenersatz wird angenommen, dass zwei Drittel der Kosten für die Pumpenherstellung aufgewendet werden und ein Drittel für die Montage.

### Betrieb der Anlage

Der Betreiber wird in diesem Tool gleichgesetzt mit dem Investor. Er trägt die gesamten Investitionskosten und die Unterhalts- und Kapitalkosten. Bei den eingesparten Energiekosten wird nicht unterschieden, ob der Betreiber der Anlage direkt davon profitiert oder ob z.B. Mieter von den tieferen Heizkosten profitieren.

Der Wertschöpfungsrechner kann selbst keinen Heizkostenvergleich vornehmen. Um die Energiekosten-Einsparungen während dem Betrieb einzubeziehen, müssen diese vom Benutzer des Tools angegeben werden. Sollten die Einsparungen nicht bekannt sein, bietet zum Beispiel der WWF Schweiz (2015) einen detaillierten Rechner. Auch der Solarrechner von EnergieSchweiz (2017) bietet für die erste Abschätzung einer Solarthermie-Anlage die Möglichkeit, die eingesparten Heizkosten berechnen zu lassen.

## 2.3 Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage

Die Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage setzen sich aus den Investitionskosten und den jährlichen Kosten zusammen. Die jährlichen Kosten setzen sich aus den Unterhaltskosten und den Finanzierungskosten zusammen. Bei juristischen Personen kommt zudem noch die Gewinnsteuer zu den jährlichen Kosten dazu. Für das Beispiel einer Solarthermie-Anlage auf einem Einfamilienhaus (näher beschrieben in Kapitel 4.1) betragen die Gesamtkosten 16'786 CHF (Abbildung 4). Die laufenden Kosten, gleichbedeutend mit den jährlichen Kosten, machen dabei 11% der Gesamtkosten aus.

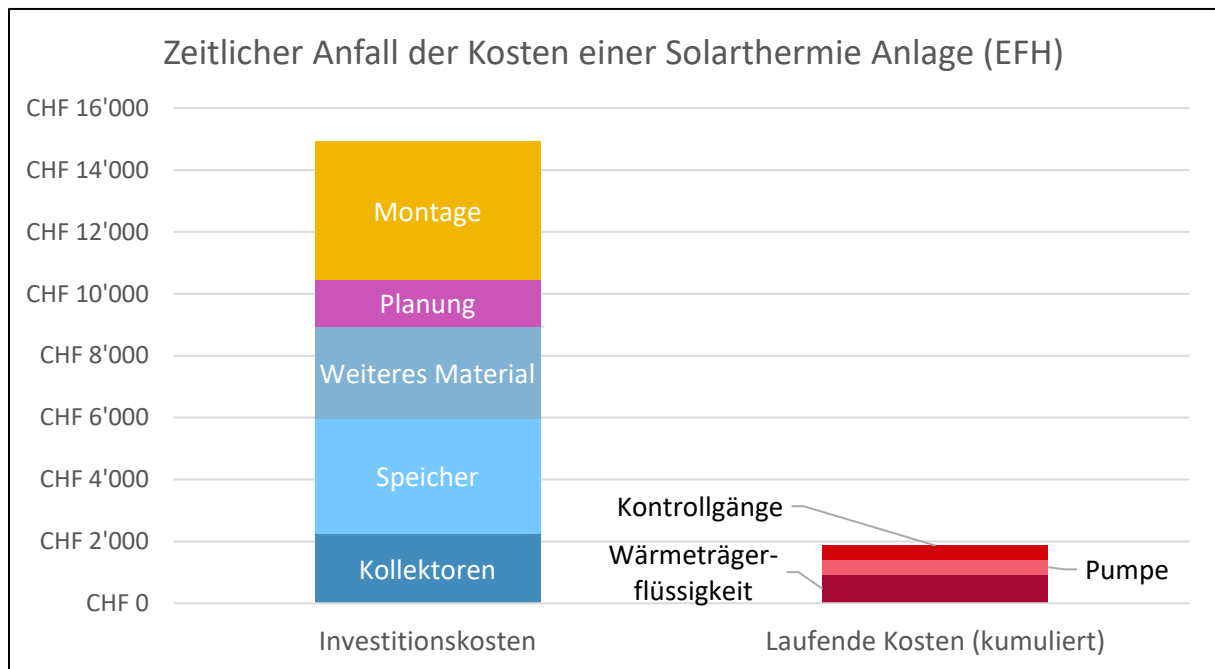


Abbildung 4: Zeitlicher Anfall der Kosten einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH

In Abbildung 5 werden die Gesamtkosten einer Beispielanlage auf einem Mehrfamilienhaus gezeigt.

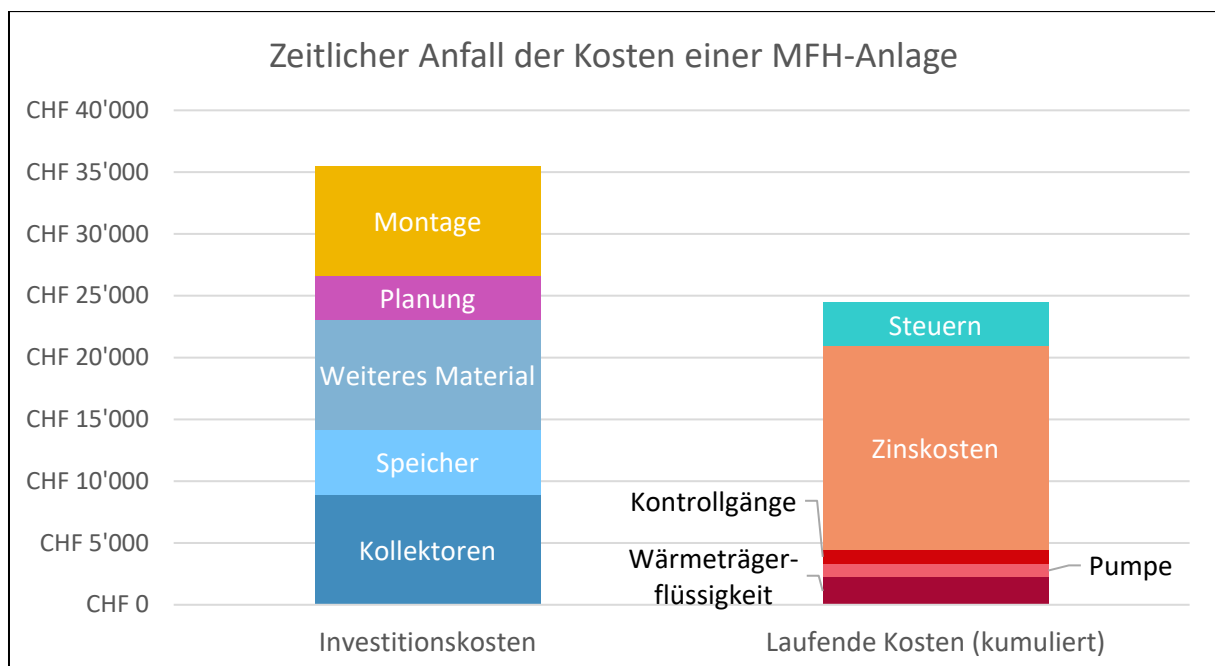


Abbildung 5: Zeitlicher Anfall der Kosten einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH

Das Beispiel einer Solarthermie-Anlage auf einem Mehrfamilienhaus (näher beschrieben in Kapitel 4.2) zeigt, dass die laufenden Kosten in bestimmten Fällen höher sein können. Die Gesamtkosten der Anlage belaufen sich auf 59'901 CHF. Durch die Zinskosten und die Gewinnsteuer<sup>1</sup> erhöhen sich die laufenden Kosten, welche in diesem Beispiel 41% der Gesamtkosten ausmachen. Die Zinskosten sind dabei für 68% der laufenden Kosten verantwortlich.

---

<sup>1</sup> In diesem Beispiel ist der Betreiber der Anlage eine juristische Person. Es wird davon ausgegangen, dass die Einsparungen in den Energiekosten eine Erhöhung des Gewinns nach sich ziehen, welcher versteuert werden muss.

### 3 Berechnungsmethodik der regionalen Wertschöpfung

Die Berechnungen für die Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen wurde zu einem grossen Teil vom PV-Wertschöpfungsrechner übernommen. Eine genaue Beschreibung befindet sich im Bericht: «Wertschöpfung von Photovoltaik-Anlagen – Erstellung eines Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen» von Sperr & Rohrer (2017, Kap. 3). Die wichtigsten Berechnungsschritte sind hier zum besseren Verständnis nochmals aufgeführt.

Ausgehend von den Investitions- und Unterhaltskosten wird der Umsatz der beteiligten Betriebe mit Hilfe der Kostenverteilungen aus Abbildung 2 und Abbildung 3 bestimmt. Aus diesen Umsätzen wird der Gewinn der Unternehmen, das Einkommen durch Beschäftigung und die Steuern berechnet. Dazu werden branchenspezifische Umsatzrenditen, Personalkostenanteile und Bruttoeinkommen benötigt. Diese sind in Tabelle 2 aufgeführt.

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

	Planung, Montage & Wartung	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)

Mit den folgenden Formeln (1) und (2) aus Sperr & Rohrer (2017, S. 10 & 12) können der Gewinn und das Einkommen vor Steuern berechnet werden. Zieht man davon jeweils die zu bezahlenden Steuern ab, ergibt sich die Wertschöpfung durch Gewinn bzw. Einkommen.

$$\text{Gewinn}_{\text{vor Steuern}} = \text{Umsatz} * \text{Umsatzrendite} \quad (1)$$

$$\text{Einkommen}_{\text{vor Steuern}} = \text{Umsatz} * \text{Personalkostenanteil} * 87.55\% \quad (2)$$

Der Gewinn und das Einkommen werden nur für die Firmen berechnet, die ihren Sitz in der Region oder in der restlichen Schweiz haben. Dazu gibt der Benutzer des Tools für die Planungs-, Montage- und Wartungsfirma sowie für die Kollektoren, den Speicher und das restliche Material an, ob diese aus der Region oder aus der Schweiz stammen. Einzige Ausnahme bildet dabei die Wertschöpfung durch den Grosshandel. Es wird angenommen, dass alle Installateure ihre Produkte beim Grosshandel beziehen. Die Wertschöpfung durch den Handel fällt dann an, wenn Produkte aus dem Ausland importiert und durch Schweizer oder lokale Firmen verbaut werden, oder wenn Schweizer bzw. regionale Produkte verwendet werden. Werden Teile der Anlage aus dem Ausland importiert und durch Schweizer oder regionale Montagefirmen installiert, wird die Wertschöpfung durch den Grosshandel der Wertschöpfung der restlichen Schweiz angerechnet.

Die Höhe der zu bezahlenden Steuern ist aufgrund der unterschiedlichen Steuerfüsse in den Gemeinden und Kantonen abhängig vom Standort der Anlage und der Auswahl, ob die Betriebe in der Region oder der restlichen Schweiz ansässig sind. Auf die Höhe der totalen Schweizer Wertschöpfung hat dies allerdings keinen Einfluss, da dadurch nur die Verteilung der Wertschöpfung auf Gewinn, Einkommen und Steuern verändert wird. Zusätzlich werden bei der Wertschöpfung der restlichen Schweiz auch die Mehrwertsteuer und die direkte Bundessteuer dazugezählt, welche beide nicht der regionalen Wertschöpfung angerechnet werden.



Die Gewinnsteuer wird anhand des maximalen Vorsteuersatzes des Kantonshauptorts (KPMG, 2016) berechnet (Formel (3) aus Sperr & Rohrer (2017, S. 11)) und für regional ansässige Betriebe anschliessend nach regionaler und Schweizer Wertschöpfung aufgeteilt.

$$\text{Gewinnsteuer}_{tot.} = \text{Gewinn}_{vor\ Steuer} * \text{max. Steuersatz}_{Kanton} \quad (3)$$

Die Einkommenssteuern wurden mit dem durchschnittlichen Bruttoeinkommen in den verschiedenen Branchen und dem Steuerrechner des ESTV (2016) abgeschätzt. Um zu bestimmen welcher Anteil der Einkommenssteuer durch den Bau oder den Betrieb der betrachteten Solarthermie-Anlage anzurechnen ist, wurden die Vollzeitäquivalente (VZÄ) berechnet. Diese besagen, wie viele Personen durch die aufgewendeten Personalkosten während einem Jahr mit einem 100% Pensum angestellt werden könnten. Oder im Fall von Solarthermie-Anlagen eher welcher Teil eines 100% Pensums durch diese Anlage finanziert werden kann. Die Berechnung der Einkommenssteuer ist in Formel (4) (Sperr & Rohrer, 2017) gezeigt. Die genauen Formeln für die Aufteilung der Steuern zwischen regionaler und schweizerischer Wertschöpfung finden sich im Bericht von Sperr & Rohrer (2017).

$$\begin{aligned} \text{Einkommenssteuer} = & \quad (4) \\ & \text{VZÄ} * \text{einfache Steuer} * (\text{Steuersatz}_{Kanton} + \text{Steuersatz}_{Hauptort}) + \\ & \text{direkte Bundessteuer} \end{aligned}$$

Wenn für den Bau einer Solarthermie-Anlage ein Kredit bei einer Bank aufgenommen wird, kann das im Tool angegeben werden. Zusammen mit den Angaben zur Abschreibungsdauer der Anlage und dem Finanzierungs-Zinssatz werden mithilfe der Annuitätenmethode die jährlichen Kosten der Solarthermie-Anlage bestimmt. Können zudem Fördergelder beansprucht werden, muss dies ebenfalls im Tool angegeben werden, da diese Förderung von den Investitionskosten abgezogen wird. Dadurch verringert sich der benötigte Kredit. Die Fördergelder können über die Internetseite vom Institut für Solarforschung (SPF, 2016), [www.kollektorliste.ch](http://www.kollektorliste.ch), einfach abgerufen werden.

### **Einsparungen durch den Anlagen-Betrieb von natürlichen Personen**

Die Einsparungen aus dem Betrieb der Solarthermie Anlage wird der Wertschöpfung des Anlagen-Betreibers gleichgesetzt. Diese Einsparungen bestehen primär aus Einsparungen in den Heizkosten durch Öl, Gas oder Strom. Für natürliche Personen werden die Einsparungen im Wertschöpfungsrechner als Einkommen ausgegeben (vgl. Tabelle 4), es wird aber keine Einkommenssteuer verrechnet. Der Einfachheit halber werden diese Einsparungen auch als Gewinn bezeichnet, analog zur Bezeichnung bei juristischen Personen.

Um die Einsparungen zu berechnen werden in Anlehnung an den Solarrechner von EnergieSchweiz (2017) von den Investitionskosten die Fördergelder und die Steuereinsparungen im Baujahr der Anlage abgezogen. Bei den laufenden Kosten gelten die Einsparungen in den Energiekosten und die Synergieeffekte als Einnahmen, während der Unterhalt der Anlage und zurückzuzahlende Kredite Kosten generieren. Die Synergieeffekte betragen ca. 30% der Investitionskosten (EnergieSchweiz, 2017). Darin enthalten sind ein neuer Speicher, welcher bei einem Heizungsersatz sowieso gekauft werden müsste und Synergien im Unterhalt der Heizung und der Solaranlage, welche gleichzeitig geschehen kann. Auch wird davon ausgegangen, dass die Heizung durch die tiefere Auslastung eine längere Lebensdauer besitzt.

$$\begin{aligned} \text{Gewinn} = & \text{Einsparungen}_{\text{Energiekosten}} + \text{Synergieeffekte} + \text{Fördergelder} + \quad (5) \\ & \text{Steuereinsparungen} - \text{Gesamtkosten} \end{aligned}$$

### **Gewinn durch den Anlagen-Betrieb von juristischen Personen**

Juristische Personen können die Investitionskosten der Solarthermie-Anlage als Aufwand abschreiben, wodurch sie keine Steuereinsparung im Baujahr der Anlage haben. Zudem wird bei juristischen Personen eine Erhöhung des Gewinns durch die Kosteneinsparungen in den Heizkosten angenommen. Diese Erhöhung muss über die Gewinnsteuer versteuert werden. Der zusätzliche Gewinn und die zusätzliche Gewinnsteuer werden jährlich berechnet. Dazu werden die Gesamtkosten mithilfe der Annuitätenmethode auf den gewählten Abschreibungszeitraum verteilt.

## 4 Beschreibung des Wertschöpfungsrechners für Solarthermie

Das Excel-Tool für die Berechnung der Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen besitzt zwei Eingabeblätter und ein Ausgabeblatt. Das erste Eingabeblatt ist in Abbildung 6 abgebildet. Als Beispiel wurde eine Anlage für ein EFH gewählt, welche im Unterkapitel 4.1 näher beschrieben wird.

Als erstes werden die Investitionskosten der Anlage inklusive Mehrwertsteuer angegeben. Danach kann ausgewählt werden, ob die Anlage auf einem Einfamilienhaus (EFH) oder einem Mehrfamilienhaus (MFH) gebaut wird. Abhängig von dieser Auswahl werden die Investitionskosten automatisch auf das Material, die Planung und die Montage verteilt. Danach muss angegeben werden, ob der Betreiber, welcher mit dem Investor gleichgesetzt wird, mehrwertsteuerpflichtig ist und ob es sich um eine natürliche oder eine juristische Person handelt. Als letzte Eingaben in der ersten Box müssen der Kanton und die Gemeinde gewählt werden, in der die Anlage gebaut werden. Das Tool zeigt danach die MS-Region (*monilité spatiale*), in der sich die Gemeinde befindet. Dies soll als Hilfe dienen, um im zweiten Eingabeblatt Angaben zur Regionalität der Betriebe und des Materials zu machen. In der Box auf der rechten Seite des ersten Eingabeblattes kann die Höhe der Fördergelder angegeben werden. Auch die eingesparten Energiekosten müssen durch den Benutzer eingefügt werden<sup>2</sup>. Zudem kann im Fall eines Bankkredites der Fremdfinanzierungsgrad, der Finanzierungs-Zinssatz und der Abschreibungszeitraum (für juristische Personen) angegeben werden.

Im zweiten Eingabeblatt wird für die Planungs-, Montage- und Wartungsfirma sowie die Bank und den Betreiber angegeben, ob diese in der Region, der Schweiz oder dem Ausland ansässig sind. Auch für die Kollektoren, den Speicher und das weitere Material wird diese Angabe gemacht. Das zweite Eingabeblatt ist in Abbildung 7 dargestellt.

Nach der Eingabe dieser Daten kann auf die Ausgabeseite gewechselt werden. Ein Screenshot ist in Abbildung 8 eingefügt. Die wichtigsten Ergebnisse sind in den drei Textboxen (oben in der Mitte) zusammengefasst. Für die Wertschöpfung und den Beschäftigungseffekt werden jeweils das Maximum der Region, der tatsächlich erreichte Wert in der Region, ein Wert für die übrige Schweiz und das Total der Wertschöpfung bzw. des Beschäftigungseffektes für die ganze Schweiz angegeben. In der dritten Box werden die wichtigsten ökonomischen Kenndaten der Anlage, Unterhaltskosten und jährliche Kreditzahlungen (Zinsen und Tilgung), zusammengefasst. Ein Säulendiagramm zeigt die maximal mögliche regionale Wertschöpfung, die mit den Eingaben erreichte regionale Wertschöpfung und die Wertschöpfung der restlichen Schweiz aufgeteilt in die Wertschöpfungsschritte Planung & Montage, Material, Wartung und Anlagen-Betrieb. Planung & Montage wurde dabei zusammengefasst, weil die Wertschöpfung für beide genau gleich berechnet wird. Zudem macht die Planung an sich mit jeweils 10% der Investitionskosten (vgl. Abbildung 2) nur einen kleinen Teil aus. Die genauen Zahlen zum Säulendiagramm sind zudem in einer Tabelle aufgeführt. Im Balkendiagramm wird dargestellt, wie sich die Wertschöpfung auf die Gewinne, das Einkommen und die Steuern verteilt.

---

<sup>2</sup> Z.B. mit dem Solarrechner von EnergieSchweiz (2017) unter [www.energieschweiz.ch/solarrechner](http://www.energieschweiz.ch/solarrechner)

## Wertschöpfungsrechner für Solarthermie-Anlagen

### Angaben zur Anlage

#### Eingabefelder

#### Default-Werte

#### Automatische Felder

#### Daten zur Anlage:

Investitionskosten exkl. MwSt. [CHF]:	13'815
Gebäudetyp:	Einfamilienhaus
Anlagenbetreiber:	Privatperson (natürliche Person)
Mehrwertsteuerpflicht:	Nein
Kanton in dem die Anlage gebaut wird:	SG
Gemeinde in der die Anlage gebaut wird:	St. Gallen
Ihre Region:	St. Gallen

#### Finanzierung:

Fördergelder [CHF]	3'000
Eingesparte Energiekosten [CHF/Jahr]	398
Fremdfinanzierungsgrad [%]:	-
Finanzierungs-Zinssatz [%]:	1.50
Abschreibungszeitraum [Jahre]:	25

#### Hier können Sie bei Bedarf die Kostenverteilung anhand Ihrer Offerte anpassen

	CHF	%
Kollektoren	2'072	15%
Speicher	3'454	25%
Weiteres Material	2'763	20%
Planung	1'382	10%
Montage	4'145	30%

#### Betrieb & Wartung

Unterhaltskosten (in % der Investitionskosten):	0.5%
-------------------------------------------------	------

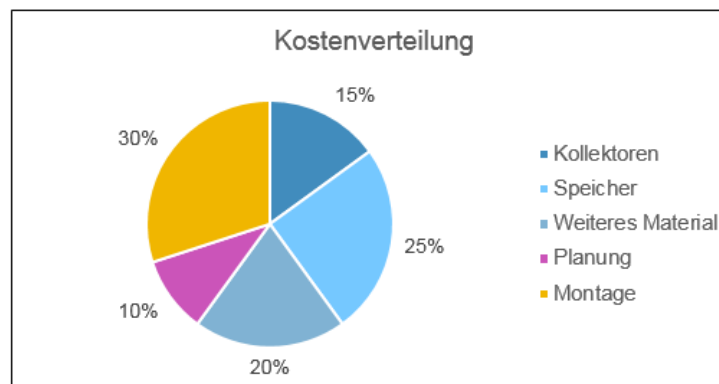


Abbildung 6: Screenshot des 1. Eingabeblattes des Wertschöpfungsrechners für Solarthermie-Anlagen

## Wertschöpfungsrechner für Solarthermie-Anlagen

### Angaben zur Regionalität

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

Planungsfirma

Region  Schweiz  Ausland

Montagefirma

Region  Schweiz  Ausland

Wartungsfirma

Region  Schweiz  Ausland

Bank

Region  Schweiz  Ausland

Betreiber

Region  Schweiz  Ausland

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

Kollektor

Region  Schweiz  Ausland

Speicher

Region  Schweiz  Ausland

Weiteres Material

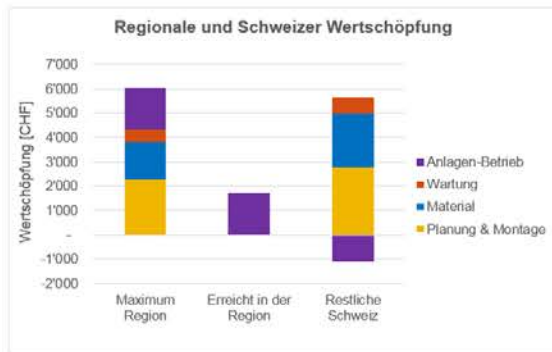
Region  Schweiz  Ausland

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

Abbildung 7: Screenshot des 2. Eingabeblattes

## Wertschöpfungsrechner für Solarthermie-Anlagen

### Ergebnisse



**Wertschöpfungseffekt der Anlage:**

Maximum Region	CHF 6'056
Erreicht in der Region	CHF 1'737
Erreicht in der restlichen Schweiz	CHF 4'545
<b>Total</b>	<b>CHF 6'282</b>

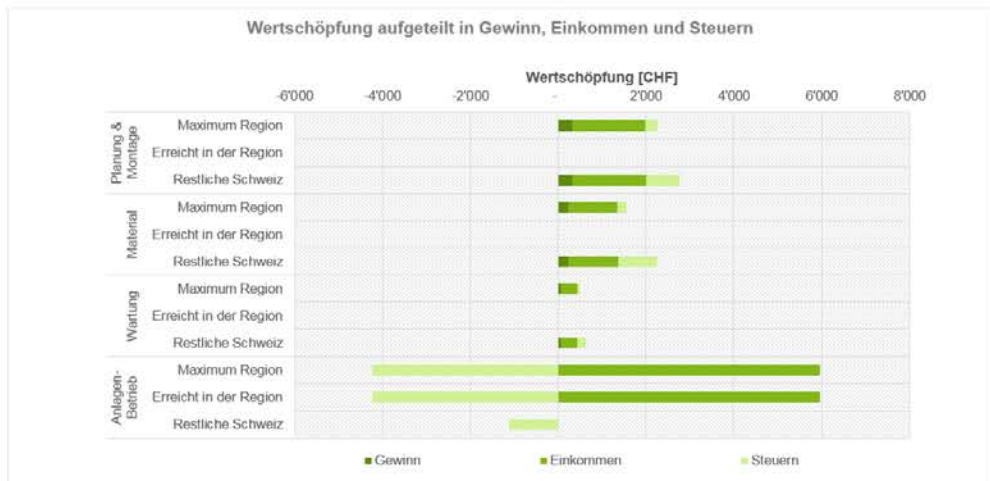
**Beschäftigungseffekt der Anlage (VZÄ):**

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

**Kenndaten Ihrer Anlage:**

Unterhaltskosten [CHF/Jahr]:	75
Jährliche Kreditzahlungen [CHF/Jahr]:	-

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	320	1'658	297	2'274
	Erreicht in der Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	318	1'689	758	2'764
<b>Material</b>	Maximum Region	228	1'122	199	1'550
	Erreicht in der Region	-	-	-	-
<b>Wartung</b>	Maximum Region	70	361	64	495
	Erreicht in der Region	-	-	-	-
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	-	5'957	-4'220	1'737
	Erreicht in der Region	-	5'957	-4'220	1'737
	Restliche Schweiz	-	-	-1'109	-1'109
<b>Total</b>		<b>614</b>	<b>9'156</b>	<b>-3'488</b>	<b>6'282</b>



#### 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 Einsparungen des Betreibers durch die Solarthermie-Anlage. Die Steuerabzüge sind im Säulendiagramm links in Hellgrün gekennzeichnet.
- 2) Die Anlage ist ökonomisch nicht rentabel und die Einsparungen in den Heizkosten 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 Solarthermie-Anlagen finden Sie im Reiter "Hintergrundinformation". Der vollständige Bericht kann unter folgendem Link bezogen werden:

<https://www.zhaw.ch/index.php?id=8912>

Abbildung 8: Screenshot des Ausgabeblattes

## 4.1 Beispiel einer Solarthermie-Anlage für ein Einfamilienhaus

Ein Beispiel einer kleinen Solarthermie-Anlage, wie sie auf einem Einfamilienhaus (EFH) typischerweise vorkommt, liefert EnergieSchweiz (2017). Für die Warmwasser-Aufbereitung für einen 4 Personenhaushalt wird eine Kollektorfläche von 6 m<sup>2</sup> und einem Wasserspeicher von 600 Litern vorgeschlagen. Dies würde Kosten von 13'815 CHF (exkl. MWSt) bedeuten. Die eingesparten Energiekosten mit einem Öl-Standardkessel betragen 397.5 CHF pro Jahr (EnergieSchweiz, 2017). Die anfallenden Unterhaltskosten werden vom Tool automatisch berechnet und entsprechen 0.5% der Investitionskosten. Die genauen Inputparameter für das Excel-Tool sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die Fördergelder für den Kanton St. Gallen wurden über die Internetseite [kollektorliste.ch](http://kollektorliste.ch) (SPF, 2016) abgerufen. Der Fremdfinanzierungsgrad wurde aufgrund der geringen Investitionskosten auf 0% gesetzt, d.h. der Eigentümer nimmt keinen Kredit für die Anlage auf. Die Aufteilung der Investitionskosten wurde nicht verändert und entspricht der Standard-Aufteilung für ein Einfamilienhaus in Abbildung 2.

Tabelle 3: Eingabeparameter für eine Solarthermie-Anlage auf einem EFH

<b>Eingabeparameter</b>	<b>Wert</b>
Investitionskosten	13'815 CHF
Fördergelder	3'000 CHF
Einsparungen Energiekosten	397.5 CHF/Jahr
Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Anlagenbetreiber	Privatperson (natürliche Person)
Mehrwertsteuerpflicht	Nein
Kanton	St. Gallen
Gemeinde	St. Gallen

Mit diesen Angaben kann eine Kostenrechnung für den Betreiber erstellt werden. Diese zeigt die Einnahmen und Ausgaben über 25 Jahre. Die grössten Ausgaben entstehen durch den Kauf des Speichers und durch die Montage (Abbildung 9). Zusätzlich zu den Investitionskosten müssen auch die laufenden Kosten für die Wartung miteinbezogen werden (siehe Unterkapitel 2.1.3). Die Einsparungen in den Energiekosten belaufen sich auf rund 10'000 CHF und sind der wichtigste Teil der Einnahmen und Einsparungen. Die Synergieeffekte machen 20% der Einnahmen/Einsparungen aus (4'475 CHF). Ohne die Steuereinsparungen und die Fördergelder im Kanton St. Gallen wäre die Anlage nicht wirtschaftlich. So aber kann der Betreiber über die Lebensdauer der Anlage Einsparungen von 5'957 CHF realisieren.

Im zweiten Eingabebblatt wurde angegeben, dass alle beteiligten Firmen und Materialien aus der Schweiz kommen (vgl. Abbildung 7). Da die maximal mögliche Wertschöpfung in der Region immer als Vergleichswert angezeigt wird, können mit dieser Auswahl die meisten Informationen auf einmal gezeigt werden. Da der Betreiber der Besitzer des Einfamilienhauses und somit ein Einwohner der Region ist, wurde der Anlagen-Betreiber dementsprechend regional gewählt.

Die totale Wertschöpfung der Schweiz bleibt gleich hoch, unabhängig ob die Materialien aus der Schweiz oder der Region stammen. Sie ändert sich nur, wenn gewisse Anbieter aus dem Ausland kommen. Die totale Schweizer Wertschöpfung beträgt für dieses Beispiel 6'282 CHF, das entspricht 37% der Gesamtkosten.

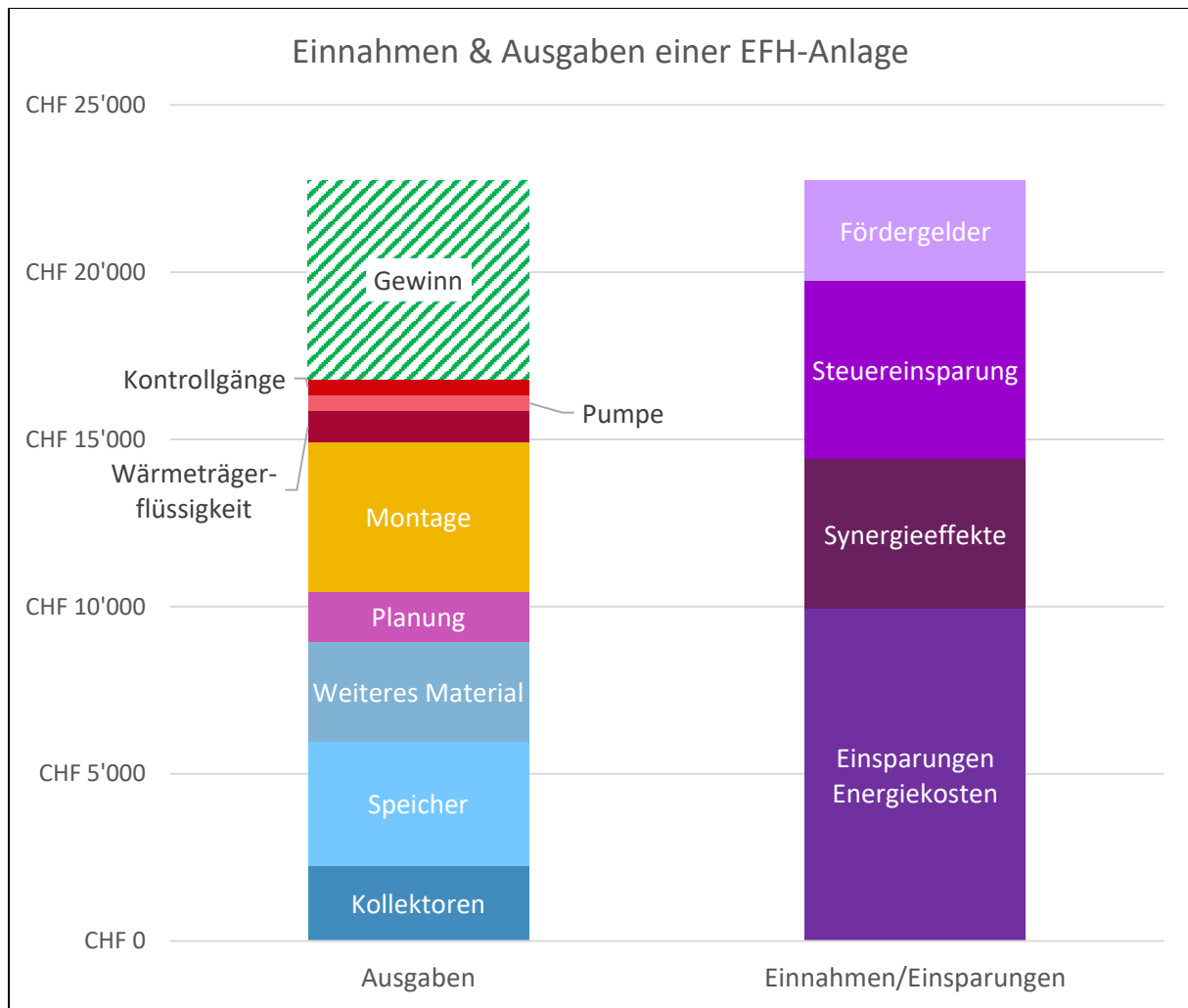


Abbildung 9: Einnahmen und Ausgaben für eine Solarthermie-Anlage auf einem EFH

Für die gewählte Solarthermie-Anlage entsteht eine maximale regionale Wertschöpfung von 6'100 CHF. Das entspricht 36% der Gesamtkosten. Die genauen Zahlen zur Wertschöpfung können Tabelle 4 entnommen werden. Im Text werden zum besseren Verständnis gerundete Zahlen angegeben.

Tabelle 4: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH in Zahlen

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	320	1'658	297	2'274
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	318	1'689	758	2'764
<b>Material</b>	Maximum Region	228	1'122	199	1'550
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	227	1'143	876	2'246
<b>Wartung</b>	Maximum Region	70	361	64	495
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	70	367	207	644
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	-	5'957	-4'220	1'737
	Region	-	5'957	-4'220	1'737
	Restliche Schweiz	-	-	-1'109	-1'109
<b>Total</b>	<b>Gesamte Schweiz</b>	<b>614</b>	<b>9'156</b>	<b>-3'488</b>	<b>6'282</b>



Wie in Abbildung 10 ersichtlich, können vor allem die Planung & Montage und das Material zu einer hohen Wertschöpfung in der Region und der Schweiz führen. Der Betrieb der Anlage führt zwar zu einer hohen regionalen Wertschöpfung, auf die ganze Schweiz betrachtet reduziert sich dieser Effekt aber aufgrund der gewährten Steuerabzüge (negativer violetter Anteil des Balkens «restliche Schweiz»). Dadurch, dass alle Firmen und Materialien zwar aus der Schweiz nicht aber aus der Region stammen, wird deren Wertschöpfung vollständig der restlichen Schweiz (rechter Balken) angerechnet und beträgt 4'500 CHF (rechter Balken in Abbildung 10, die negative Wertschöpfung des Anlagen-Betriebs wird von der positiven Wertschöpfung durch Planung & Montage, Material und Wartung abgezogen). Die totale Wertschöpfung beträgt 6'300 CHF. Die maximal mögliche Wertschöpfung in der Region ist mit 6'100 CHF ähnlich hoch (linker Balken). Die tatsächlich erreichte regionale Wertschöpfung beträgt 1'700 CHF und besteht einzig aus Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb abzüglich der Steuervergünstigung durch den Kanton.

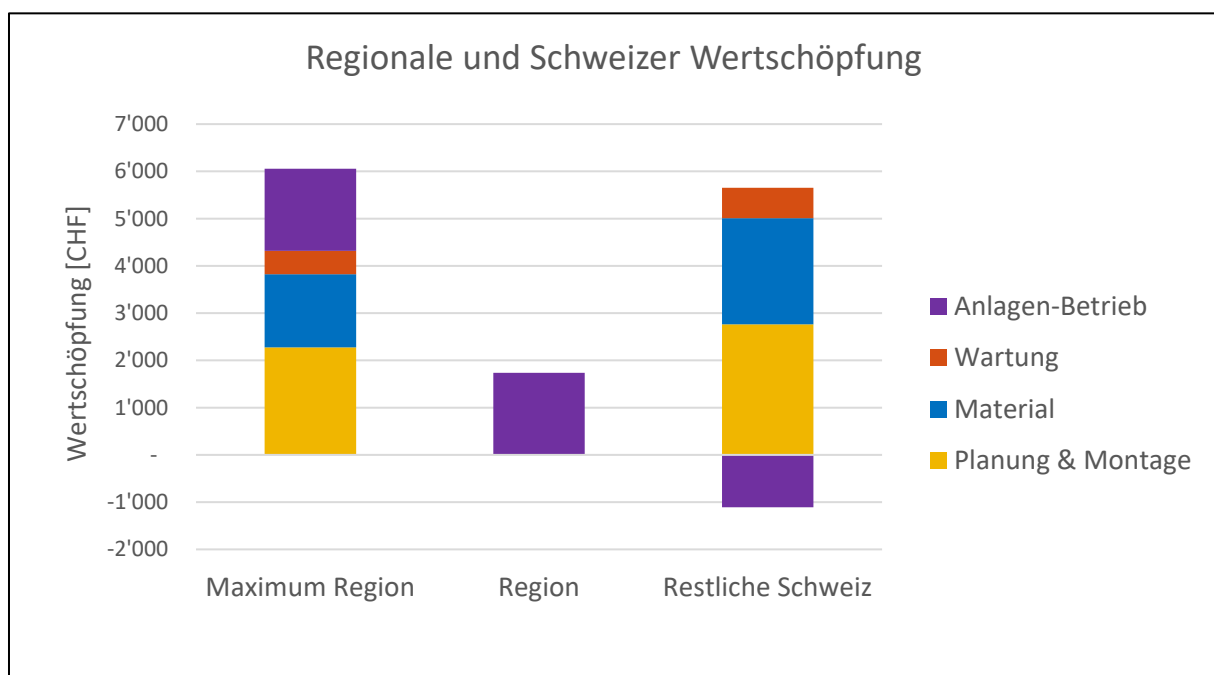


Abbildung 10: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH

Eine regionale Planung und Montage der Anlage führt zu 38% der maximalen regionalen Wertschöpfung. Sie machen damit den grössten Anteil daran aus. Die regionale Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb und die Herstellung des Materials beträgt maximal 29% bzw. 26%. Die regionale Wertschöpfung durch die Wartung der Anlage macht hingegen weniger als 10% aus.

Wenn alle Firmen und Materialien aus der Schweiz stammen (siehe Abbildung 7), verbleibt nur die Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb in der Region. Da es sich allerdings um eine Anlage auf einem Einfamilienhaus handelt, liegt die Annahme nahe, dass der Betreiber gleichzeitig auch der Besitzer des Hauses ist und somit in der Region wohnhaft ist. Die Einsparungen für den Betreiber der Anlage betragen in diesem Beispiel knapp 6'000 CHF, welche der Wertschöpfung der Region angerechnet werden. Gleichzeitig entgehen der Region über 4'200 CHF an Steuereinnahmen, wodurch die regionale Wertschöpfung in diesem Beispiel rund 1'700 CHF beträgt (siehe Tabelle 4, Zeile «Anlagen-Betrieb»). Dies entspricht 29% der möglichen regionalen Wertschöpfung.

Die maximal mögliche Wertschöpfung in der restlichen Schweiz ist für Planung & Montage, die Herstellung des Materials und die Wartung jeweils höher als die maximal mögliche Wertschöpfung in der Region. Dies liegt daran, dass hier auch die Bundessteuer und die Mehrwertsteuer dazugezählt werden. Diese sind schweizerische Steuern welche an den Bund, nicht an den Kanton und die Gemeinde, bezahlt werden. Der Anlagen-Betrieb ist in diesem Beispiel aus der Sicht der restlichen Schweiz negativ. Die Einsparungen durch den Betrieb zählen durch den regionalen Betreiber als regionale Wertschöpfung. Der Abzug der Investitionskosten von den Steuern im Baujahr führt aber auch zu Ausfällen in der Bundessteuer. Diese Ausfälle entsprechen der negativen Wertschöpfung in der restlichen Schweiz durch den Anlagen-Betrieb. Die Wertschöpfung in der restlichen Schweiz beträgt somit 4'500 CHF.

Von den Gesamtkosten der Anlage bleiben insgesamt 37% aller Ausgaben in der Schweiz. Die maximale Wertschöpfung der Region entspricht 36% der Gesamtkosten (siehe Abbildung 11). Käme hingegen alles Material und alle Firmen aus dem Ausland, würde in der Schweiz nur die Mehrwertsteuer und die Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb als Wertschöpfung generiert. Dies entspräche 11% der Gesamtkosten. Die minimale Wertschöpfung in der Region besteht ausschliesslich aus der Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb und entspricht 10% der Gesamtkosten.

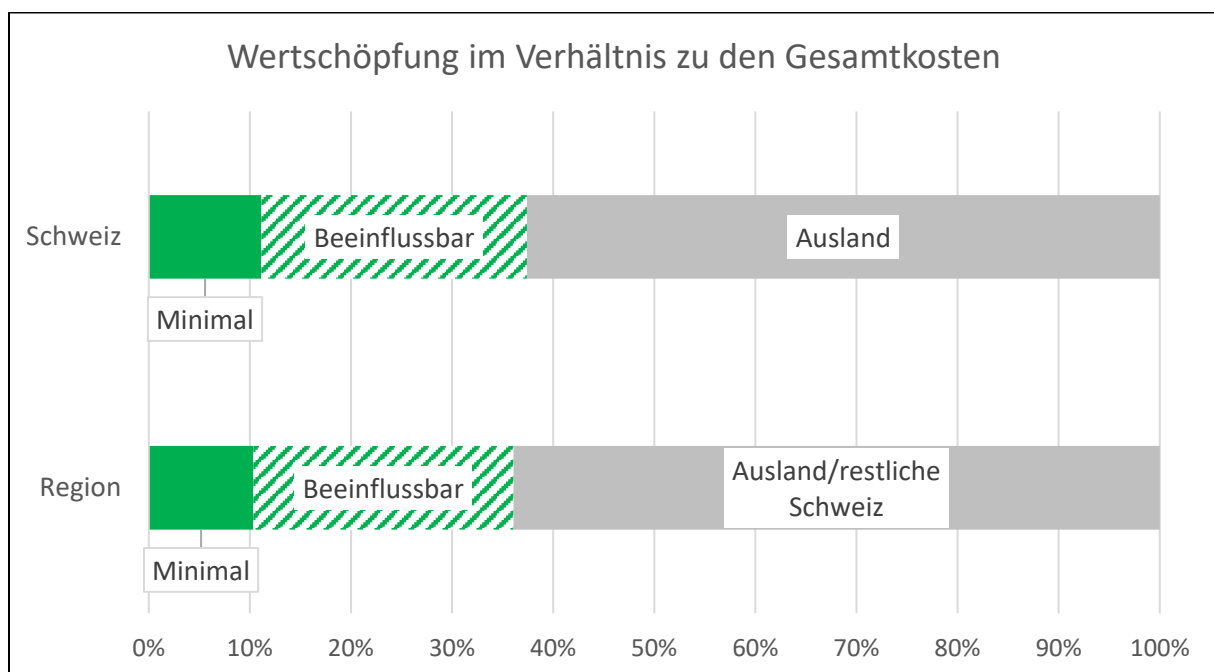


Abbildung 11: Verhältnis der Wertschöpfung zu den Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage (EFH)

### Wie kommt die minimale Wertschöpfung in der Schweiz zustande?

Die minimale Wertschöpfung in der Schweiz durch die Solarthermie-Anlage auf dem Einfamilienhaus besteht aus der Mehrwertsteuer (1'250 CHF) und der Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb (650 CHF). Sie fallen unabhängig davon an, von wo die Firmen und Materialien stammen. Für die Region liegt die minimale Wertschöpfung bei 1'700 CHF, was den Einsparungen des Anlagen-Betreibers abzüglich der regional gewährten Steuerabzüge entspricht. Die minimale Wertschöpfung für die Schweiz bzw. die Region entspricht 11% bzw. 10% der Gesamtkosten.

## Maximal mögliche Wertschöpfung

Die maximal mögliche regionale Wertschöpfung beträgt für diese Anlage auf einem Einfamilienhaus ca. 6'100 CHF (36% der Gesamtkosten). Sie ist somit leicht tiefer als die maximal mögliche Schweizer Wertschöpfung von 6'300 CHF, was 37% der Gesamtkosten entspricht. Für die Schweizer Wertschöpfung ist nicht entscheidend, ob die Firmen aus der Region oder aus der restlichen Schweiz stammen. Ihre Höhe verändert sich nur, wenn gewisse Materialien oder Dienstleistungen aus dem Ausland bezogen werden.

## Zusammensetzung der regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung

Abbildung 12 liefert einen Überblick über die Faktoren, welche die Höhe der Wertschöpfung bestimmen. Werden die Balken für die Region resp. für die Schweiz zusammengezählt ergibt dies 100%, was der maximal möglichen Wertschöpfung in der Region bzw. in der Schweiz entspricht. Alle Faktoren, welche durch den Betreiber der Anlage beeinflussbar sind, sind schraffiert dargestellt. Wählt der Betreiber eine lokale Montagefirma, könnten damit z.B. 28% der maximalen regionalen Wertschöpfung erreicht werden.

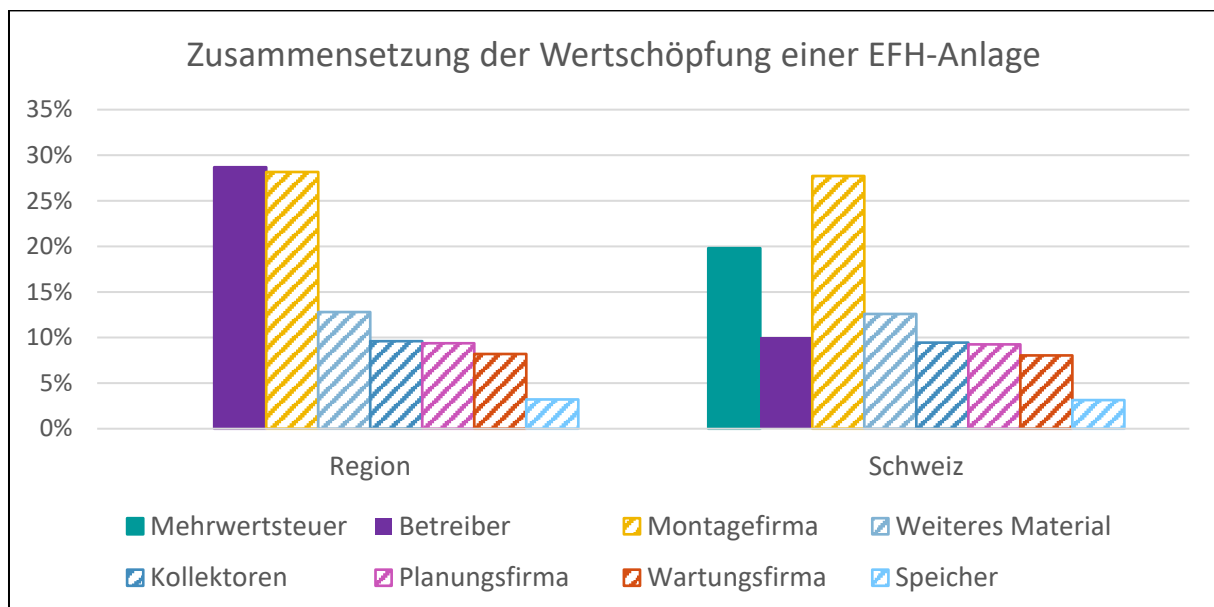


Abbildung 12: Zusammensetzung der regionalen und schweizerischen Wertschöpfung (EFH)

Die Mehrwertsteuer in der Schweizer Wertschöpfung muss in jedem Fall bezahlt werden (da der Betreiber nicht mehrwertsteuerpflichtig ist) und ist damit nicht beeinflussbar. Sie macht 20% der maximalen schweizerischen Wertschöpfung aus. Die Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb kann ebenfalls nicht durch den Betreiber beeinflusst werden und beträgt 10% der maximalen Schweizer Wertschöpfung. Für die Region macht die Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb 29% der maximalen Wertschöpfung aus.

Es zeigt sich, dass die durch den Betreiber beeinflussbaren Faktoren für die Schweizer und regionale Wertschöpfung sehr ähnlich ausfallen. So hat die Wahl einer regionalen Montagefirma mit 28% den grössten Einfluss auf die Höhe der regionalen Wertschöpfung. Die Wahl des Materials hat den zweitgrössten Einfluss. Genauer macht das weitere Material 13% und die Kollektoren 10% (resp. 9% in der Schweiz) aus. Einzig die Wertschöpfung durch den Speicher wird durch die Annahme, dass dieser in einer etwas kleineren Variante sowieso benötigt würde mit 3% einen vernachlässigbaren Anteil an

der Wertschöpfung durch die Solarthermie Anlage aus. Eine regionale oder schweizerische Planungsfirma führt zu einer ähnlichen Wertschöpfungssteigerung wie Wahl von schweizerischen bzw. regionalen Kollektoren. Die Wahl der Wartungsfirma kann zu den restlichen 8% der maximalen Wertschöpfung führen.

### Zeitlicher Anfall der Wertschöpfung

Die Wertschöpfung durch Planung, Montage und das Material für die Solarthermie-Anlage wird im Baujahr der Anlage (beim Material z.T. noch früher) anfallen. Bei einer kleinen Solarthermie-Anlage auf einem Einfamilienhaus macht die Wertschöpfung durch die Anfangsinvestitionen 63% resp. 62% der regionalen und der schweizerischen Wertschöpfung aus. Durch die Wartungskosten und den Anlagen-Betrieb (Einsparungen und Synergie-Effekte) werden über die 25 Jahre Betriebsdauer 37% der maximalen Wertschöpfung generiert.

## 4.2 Beispiel einer Solarthermie-Anlage für ein Mehrfamilienhaus

Für das Beispiel einer Solarthermie-Anlage zur Warmwasserbereitstellung auf einem Mehrfamilienhaus (MFH) wurde eine typische Anlage von (EnergieSchweiz, 2017) übernommen. Die Anlage hat eine Kollektorfläche von 26 Quadratmetern und einen Warmwasserspeicher von 2000 Litern. Diese Dimensionierung passt für ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus mit 20 Bewohnern. Eine solche Anlage würde zu Investitionskosten in der Höhe von 35'480 CHF (excl. MWSt.) führen. Die Aufteilung der Investitionskosten für eine Anlage auf einem Mehrfamilienhaus wurde aus Abbildung 2 übernommen. Die weiteren Eingaben im Wertschöpfungsrechner sind in Tabelle 5 hinterlegt.

*Tabelle 5: Eingabeparameter für eine Solarthermie-Anlage auf einem MFH*

<b>Eingabeparameter</b>	<b>Wert</b>
Investitionskosten	35'480 CHF
Fördergelder	8'000 CHF
Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus
Anlagenbetreiber	Juristische Person
Mehrwertsteuerpflicht	Ja
Eingesparte Energiekosten	1'880 CHF/Jahr
Fremdfinanzierungsgrad	100%
Finanzierungs-Zinssatz	4%
Abschreibungszeitraum	25 Jahre
Kanton	St. Gallen
Gemeinde	St. Gallen

Um alle Funktionen des Wertschöpfungsrechners in diesem Bericht zeigen zu können, wurde von einem mehrwertsteuerpflichtigen Betreiber ausgegangen, der die Anlage zu 100% mit Fremdkapital finanziert. Dies könnte zum Beispiel eine grosse Immobiliengesellschaft sein.

Eine Gegenüberstellung der Kosten und Einnahmen der Anlage zeigt, dass diese über 25 Jahre einen Gewinn von 5'743 CHF einbringen kann (Abbildung 13). Die Gesamtkosten belaufen sich auf 59'901 CHF (siehe Unterkapitel 2.1.3). Alleine durch die Einsparungen in den Energiekosten und die Synergieeffekte würde sich die Anlage über 25 Jahre beinahe amortisieren. Durch die Fördergelder des Kantons kann mit der Anlage ein Gewinn erwirtschaftet werden.

Die Eingaben zur Regionalität der Firmen und des Materials sind die gleichen wie für das Beispiel der Anlage auf einem Einfamilienhaus und können Abbildung 7 entnommen werden. So können die meisten Informationen zur regionalen und schweizerischen Wertschöpfung auf einmal dargestellt werden. Der Betreiber der Anlage wurde so gewählt, dass er in der Region ansässig ist.

Nachdem alle Eingaben im Wertschöpfungsrechner gemacht wurden, kann die Wertschöpfung der Anlage dem Output-Layer entnommen werden. Für die gewählte Solarthermie-Anlage entsteht eine maximale regionale Wertschöpfung von 23'922 CHF. Das entspricht 40% der Gesamtkosten. Die maximale Wertschöpfung in der Schweiz ist mit 24'991 CHF nur leicht höher. Die genauen Zahlen sind in Tabelle 6 hinterlegt, für die Beschreibung der Resultate im Text werden im Folgenden gerundete Werte verwendet.

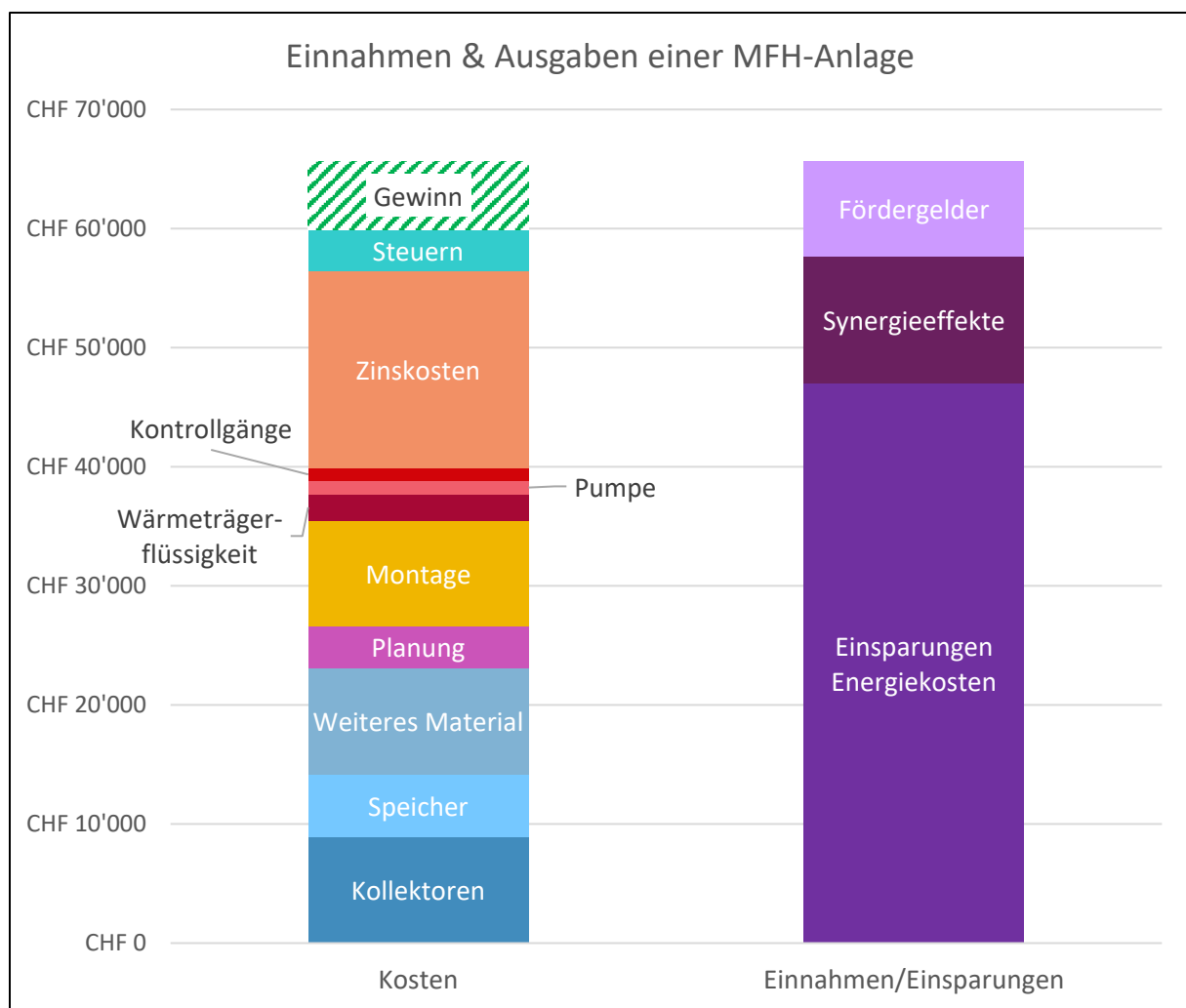


Abbildung 13: Einnahmen & Ausgaben einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH

Beim Betreiber handelt es sich um eine juristische Person. Es wird davon ausgegangen, dass die Einsparungen zu einer Erhöhung des Gewinns führen, welche entsprechend versteuert werden muss.

Die maximale regionale Wertschöpfung beträgt 24'000 CHF (Abbildung 14). Etwas mehr als ein Drittel (36%) stammt aus dem Anlagen-Betrieb. Die restliche Wertschöpfung verteilt sich gleichmässig auf die Planung & Montage, die Herstellung des Material und die Wartung (inkl. Wertschöpfung der Bank).

Tabelle 6: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH

		Gewinn	Einkommen	Steuern	Total
<b>Planung &amp; Montage</b>	Maximum Region	718	3'725	667	5'110
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	714	3'795	709	5'218
<b>Material</b>	Maximum Region	788	3'872	688	5'348
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	783	3'945	734	5'462
<b>Wartung</b>	Maximum Region	977	3'108	795	4'880
	Region	-	-	-	-
	Restliche Schweiz	971	3'192	915	5'078
<b>Anlagen-Betrieb</b>	Maximum Region	7'626	-	958	8'585
	Region	7'626	-	958	8'585
	Restliche Schweiz	-	-	648	648
<b>Total</b>	<b>Gesamte Schweiz</b>	<b>10'094</b>	<b>10'932</b>	<b>3'964</b>	<b>24'991</b>

Der Anlagen-Betrieb macht mit 37% den grössten Teil der totalen Schweizer Wertschöpfung aus. Durch die Auswahl eines regionalen Betreibers bleibt der grösste Teil der Wertschöpfung durch den Anlagen-Betreiber nicht nur in der Schweiz, sondern in der Region. Die Wertschöpfung durch die Herstellung des Materials, durch die Planung & Montage sowie durch die Wartung haben je einen Anteil zwischen 20%-22% der maximalen Schweizer Wertschöpfung. Die mögliche Schweizer Wertschöpfung und die maximale regionale Wertschöpfung sind einander so ähnlich, weil in diesem Beispiel keine Mehrwertsteuer einfließt (der Betreiber ist nicht mehrwertsteuerpflichtig).

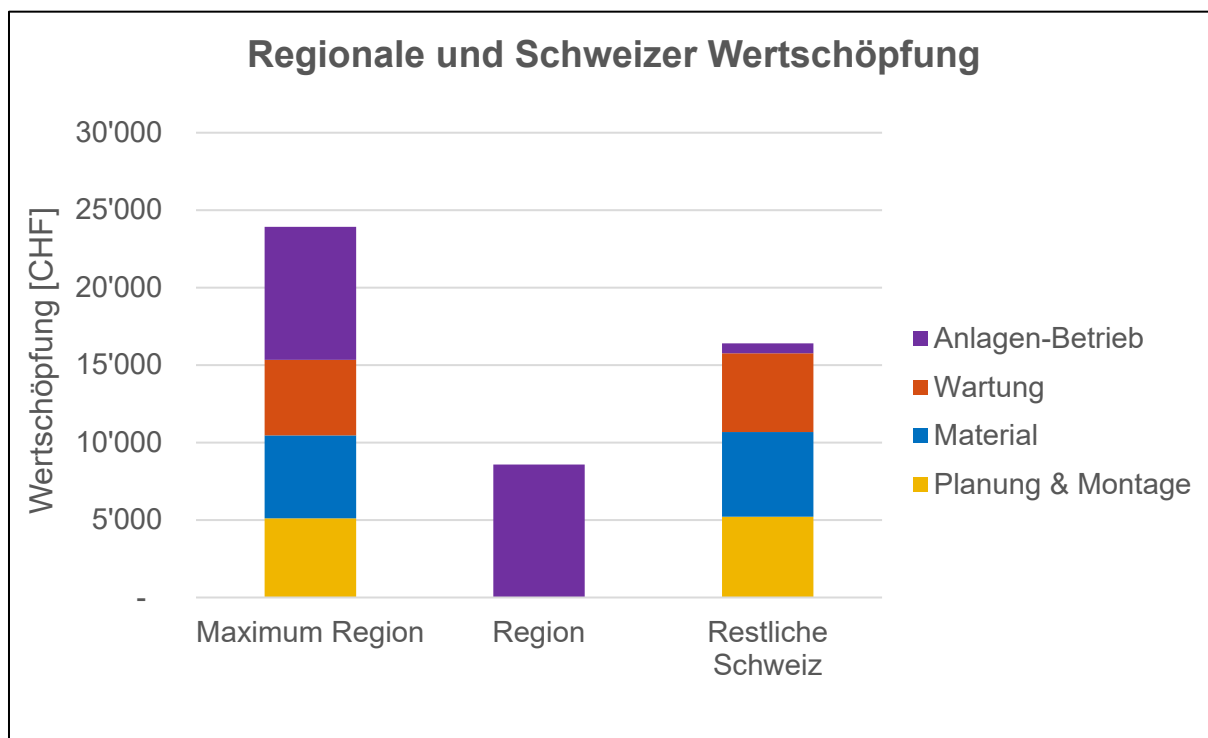


Abbildung 14: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH

Die minimale Wertschöpfung in der Region, bestehend aus der Wertschöpfung durch den Anlagenbetrieb, entspricht 14% der Gesamtkosten der Anlage (siehe Abbildung 15). Dazu kommt die Wertschöpfung, welche durch die Auswahl des Betreibers aktiv beeinflusst werden kann. Diese beträgt nochmals 26% der Gesamtkosten. Somit können insgesamt 40% der Gesamtkosten als Wertschöpfung in der Region verbleiben. Für die Schweiz sind die Zahlen ähnlich. Die minimale Wertschöpfung beträgt 15%, die beeinflussbare Wertschöpfung 26%. Die maximale Schweizer Wertschöpfung entspricht somit 42% der Gesamtkosten.

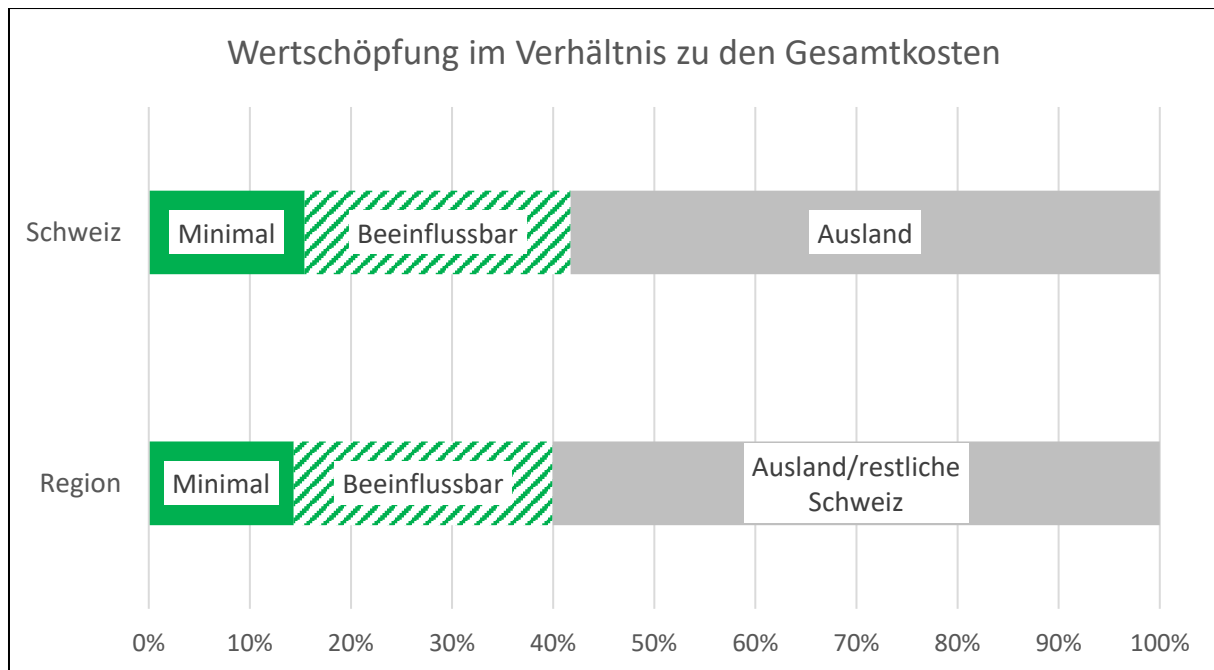


Abbildung 15: Wertschöpfung im Verhältnis zu den Gesamtkosten einer Solarthermie-Anlage (MFH)

### Wie kommt die minimale Wertschöpfung in der Schweiz zustande?

Die minimale Wertschöpfung entspricht der Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb (Einsparungen in den Energiekosten und Synergie-Effekte). Sie kann durch den Betreiber nicht verändert werden. Verglichen mit den Gesamtkosten der Anlage beträgt sie in diesem Beispiel 15% für die Schweiz und 14% für die Region.

### Maximal mögliche Wertschöpfung

Die maximale regionale Wertschöpfung beträgt 24'000 CHF (40% der Gesamtkosten) und ist rund 1'000 CHF tiefer als die mögliche Schweizer Wertschöpfung, bei welcher die Bundessteuer miteinbezogen wird. Diese beträgt 25'000 CHF. Sie kann erreicht werden, wenn das gesamte Material und alle beteiligten Firmen sowie der Betreiber aus der Schweiz stammen.

### Zusammensetzung der regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung

Die Zusammensetzung der regionalen und der schweizerischen Wertschöpfung ist beinahe identisch (Abbildung 16). Zählt man die Säulen für die Region oder die Schweiz zusammen ergibt sich jeweils ein Total von 100%, was der maximalen regionalen bzw. schweizerischen Wertschöpfung entspricht. Der wichtigste Wertschöpfungsfaktor ist der Betreiber, welcher durch den Gewinn 36% der maximalen regionalen Wertschöpfung ausmacht. Bei den durch den Betreiber beeinflussbaren Wertschöpfungsfaktoren sind die Wahl der Bank und die Wahl der Montagefirma am einflussreichsten. Entscheidet

sich der Betreiber für eine regionale Bank, erreicht er dadurch 15% der maximalen regionalen Wertschöpfung. Durch die Wahl von regionalen Kollektoren und regionalem weiteren Material werden jeweils zusätzlich 10% der maximalen regionalen Wertschöpfung erreicht. Die Wahl von regionalen oder schweizerischen Kollektoren dürfte dabei allerdings mit weniger Aufwand verbunden sein, als das gesamte weitere Material nach seiner Herkunft auszuwählen. Die Planungs- und die Wartungsfirma können nur je 6% resp. 5% zur maximalen Wertschöpfung beisteuern.

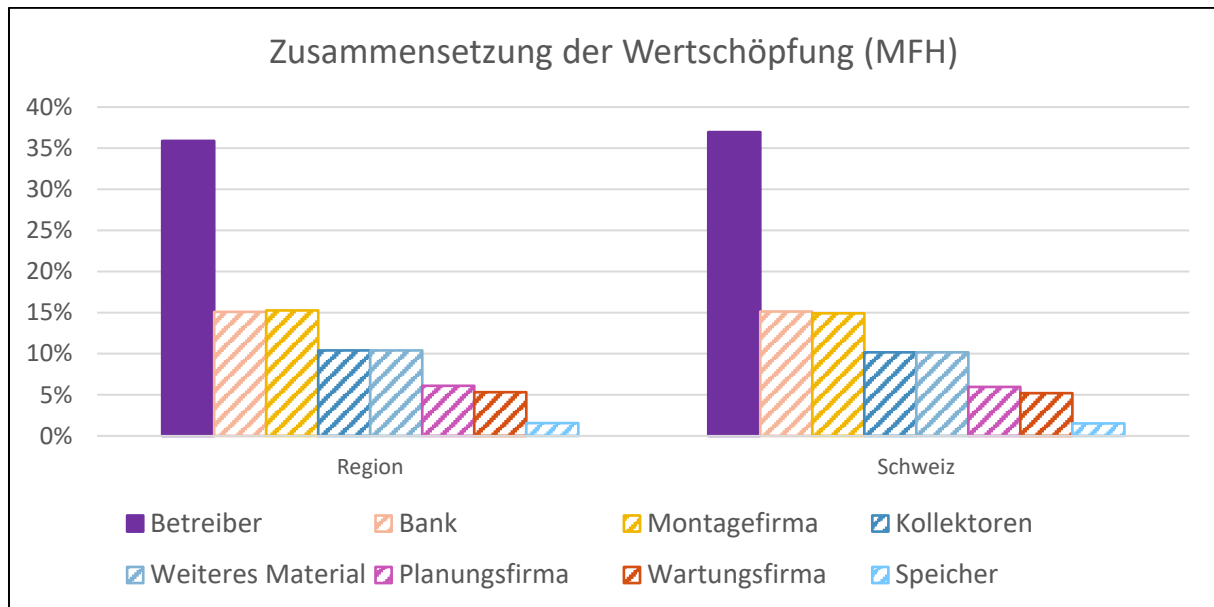


Abbildung 16: Zusammensetzung der Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem MFH

### Zeitlicher Anfall der Wertschöpfung

Die regionale Wertschöpfung im Baujahr, welche durch die Anfangsinvestition in die Anlage hervorgerufen wird, beträgt 44%. Die restlichen 56% der Wertschöpfung werden in den darauffolgenden 25 Jahren vor allem durch den Gewinn des Betreibers generiert. Bei der Schweizer Wertschöpfung ist die Aufteilung praktisch gleich. 43% der Schweizer Wertschöpfung entstehen im Baujahr, die restlichen 57% fallen über die 25 Jahre Betriebsdauer an.

### 4.3 Solarthermie-Anlagen mit Heizungsunterstützung

Die Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen mit Heizungsunterstützung kann grundsätzlich auch mit dem erstellten Wertschöpfungsrechner abgeschätzt werden. Dazu muss allerdings die Aufteilung der Investitionskosten, welche für Anlagen zur Warmwasser-Bereitstellung vorgegeben wird, bekannt sein. Am Beispiel einer Solarthermie-Anlage zur Unterstützung einer Erdwärmesonde auf einem Einfamilienhaus wird beispielhaft gezeigt, wie die Eingabe gemacht werden kann.

Anhand der Offerte konnten die wichtigsten Informationen zur Berechnung der Anlage bestimmt werden. Die Kollektorfläche beträgt 11.5 Quadratmeter und soll die Wärme für einen Fünf-Personen-Haushalt liefern. Die weiteren Eingaben sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Damit die Anlage besser mit der vorher beschriebenen Anlage zur Warmwasser-Bereitstellung auf einem Einfamilienhaus vergleichbar ist, wurde die Berechnung für den Kanton St. Gallen gemacht. Dies entspricht nicht dem realen Standort der Anlage. Die Anlage würde an diesem Standort Fördergelder von 4'000 CHF



bekommen (SPF, 2016). Laut dem Solarrechner von EnergieSchweiz (2017) können durch die Solarthermie-Anlage 595 CHF im Vergleich mit der vorher installierten Ölheizung eingespart werden.

Tabelle 7: Eingabeparameter einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung

Eingabeparameter	Wert
Investitionskosten	23'167 CHF
Fördergelder	4'000 CHF
Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Anlagenbetreiber	Privatperson (natürliche Person)
Mehrwertsteuerpflicht	Nein
Eingesparte Energiekosten	595 CHF/Jahr
Fremdfinanzierungsgrad	0%
Kanton	St. Gallen
Gemeinde	St. Gallen

Da die Aufteilung Investitionskosten im Falle einer Anlage mit Heizungsunterstützung nicht wie in Abbildung 2 gemacht werden kann, muss diese im Tool selber eingegeben werden. Dies kann in den rot umrandeten Zellen in Abbildung 17 vorgenommen werden. Für dieses Beispiel wurden nur Kosten mit einbezogen, die in der Offerte explizit als Kosten der Solaranlage ausgewiesen wurden. Die Kosten für die Wärmepumpe und deren Zubehör sind nicht inbegriffen.

Daten zur Anlage:	
Investitionskosten exkl. MwSt. [CHF]:	23'167
Gebäudetyp:	Einfamilienhaus
Anlagenbetreiber:	Privatperson (natürliche Person)
Mehrwertsteuerpflicht:	Nein
Kanton in dem die Anlage gebaut wird:	SG
Gemeinde in der die Anlage gebaut wird:	St. Gallen
Ihre Region:	St.Gallen

Hier können Sie bei Bedarf die Kostenverteilung anhand Ihrer Offerte anpassen		
	CHF	%
Kollektoren	6'400	15%
Speicher	6'290	25%
Weiteres Material	8'549	20%
Planung	482	10%
Montage	1'446	30%

Abbildung 17: Anpassung der Aufteilung der Investitionskosten

Die daraus resultierende Aufteilung der Investitionskosten unterscheidet sich deutlich von derjenigen für Anlagen zur Warmwasser-Bereitstellung (Abbildung 18). Dies kann zum einen an der unterschiedlichen Dimension des Speichers und der höheren Anzahl der benötigten Module liegen. Es ist aber auch möglich, dass die vorhandene Offerte, welche für die Wärmepumpe und die Solarthermie-Anlage gemeinsam ausgestellt wurde, gewisse Kostenpunkte nicht auf die beiden Anlagen aufteilt. So könnte ein Grossteil der Planungs- und Montagekosten im Teil der Offerte für den Heizungsersatz sein. Eine Aufteilung der Kosten gestaltet sich in diesem Fall schwierig, da nicht bekannt ist, welcher Teil auf die Solarthermie-Anlage entfällt.

Die maximal mögliche regionale Wertschöpfung entspricht in diesem Beispiel nur 25% der Gesamtkosten. Dies liegt vor allem daran, dass die Anlage nur einen sehr geringen Gewinn für den Betreiber

über die 25 Jahre generiert (siehe Abbildung 19) und von diesem Gewinn die Steuerverluste des Kantons abgezogen werden. Da die Kostenverteilung in Abbildung 18 so unterschiedlich zur Kostenverteilung von Anlagen zur Warmwasserbereitstellung ist, setzt sich auch die Wertschöpfung anders zusammen. In diesem Beispiel führen die Wahl des weiteren Materials und die Wahl der Kollektoren zum prozentual grössten Anteil an der maximal möglichen Wertschöpfung.

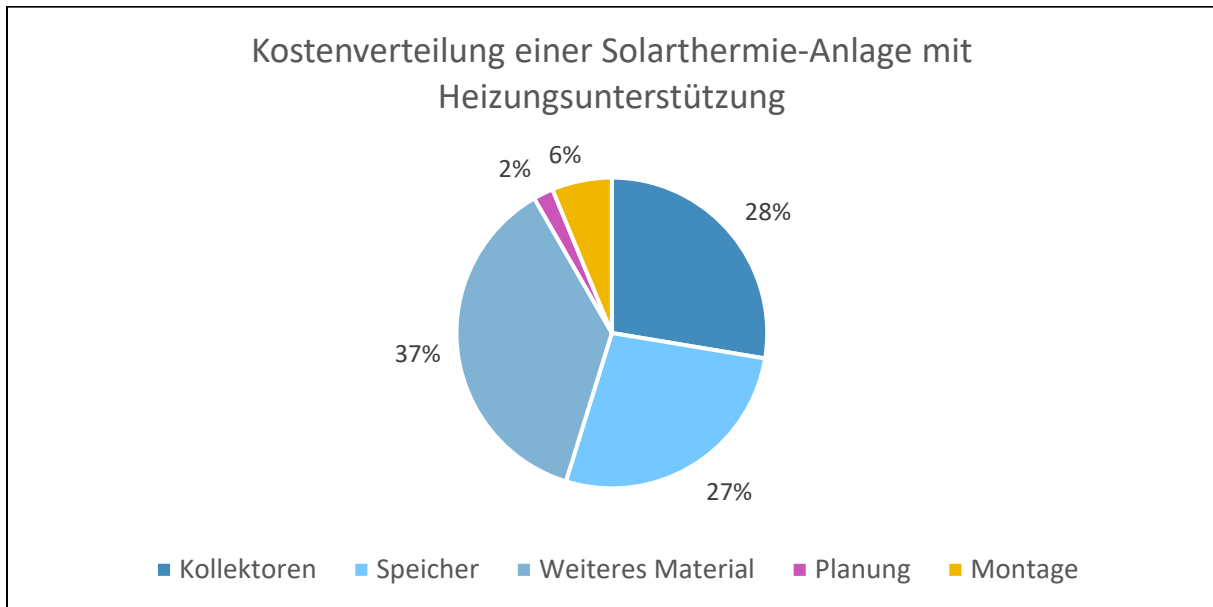


Abbildung 18: Kostenverteilung einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung

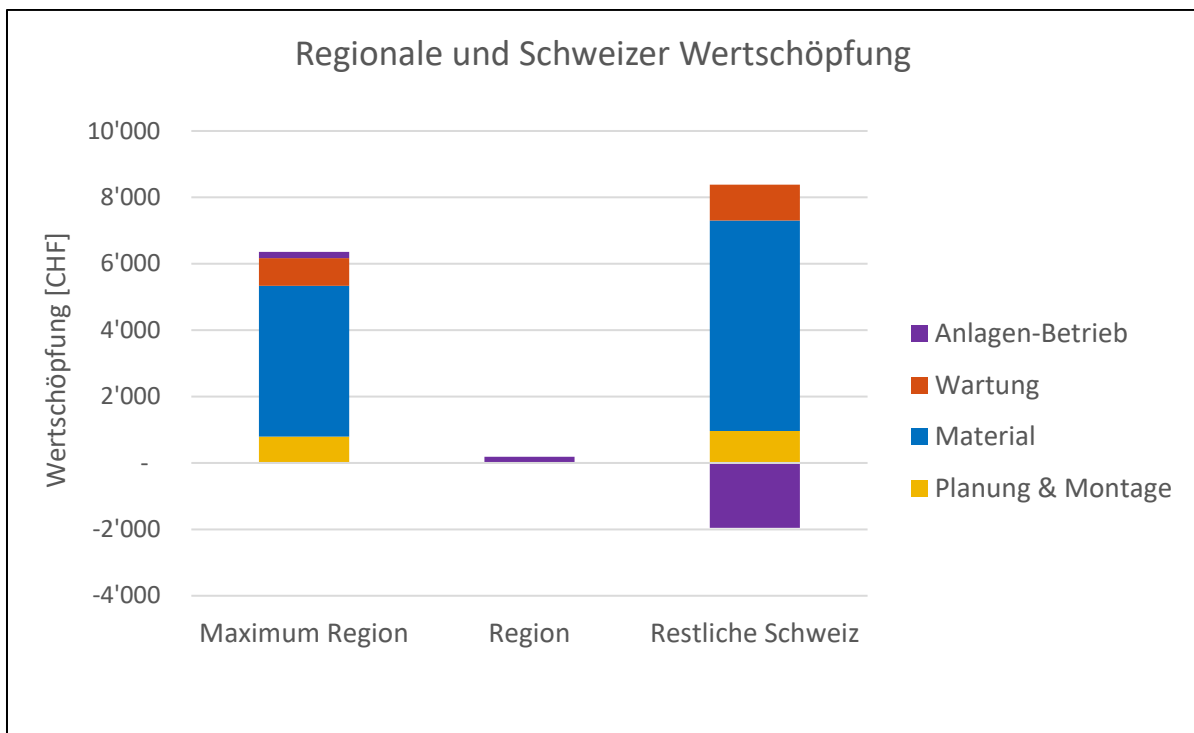


Abbildung 19: Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage mit Heizungsunterstützung

#### 4.4 Vergleich der Ein- und Mehrfamilienhaus-Anlagen

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der beiden Beispiel-Anlagen zur Warmwasser-Bereitung auf einem Ein- bzw. Mehrfamilienhaus miteinander verglichen. Die Anlage zur Heizungsunterstützung wird hier nicht miteinbezogen.

##### Mögliche Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen

Die mögliche regionale und Schweizer Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen auf einem Mehrfamilienhaus sind absolut und prozentual betrachtet höher als für Anlagen auf Einfamilienhäusern. In Abbildung 20 ist die minimale und die beeinflussbare regionale Wertschöpfung für beide Anlagentypen dargestellt. Es zeigt sich, dass die minimale Wertschöpfung, das heisst der Gewinn durch den Betrieb der Anlage, beim Mehrfamilienhaus um 4% höher ist. Prozentual ist die beeinflussbare Wertschöpfung für beide Anlagentypen rund 26%.

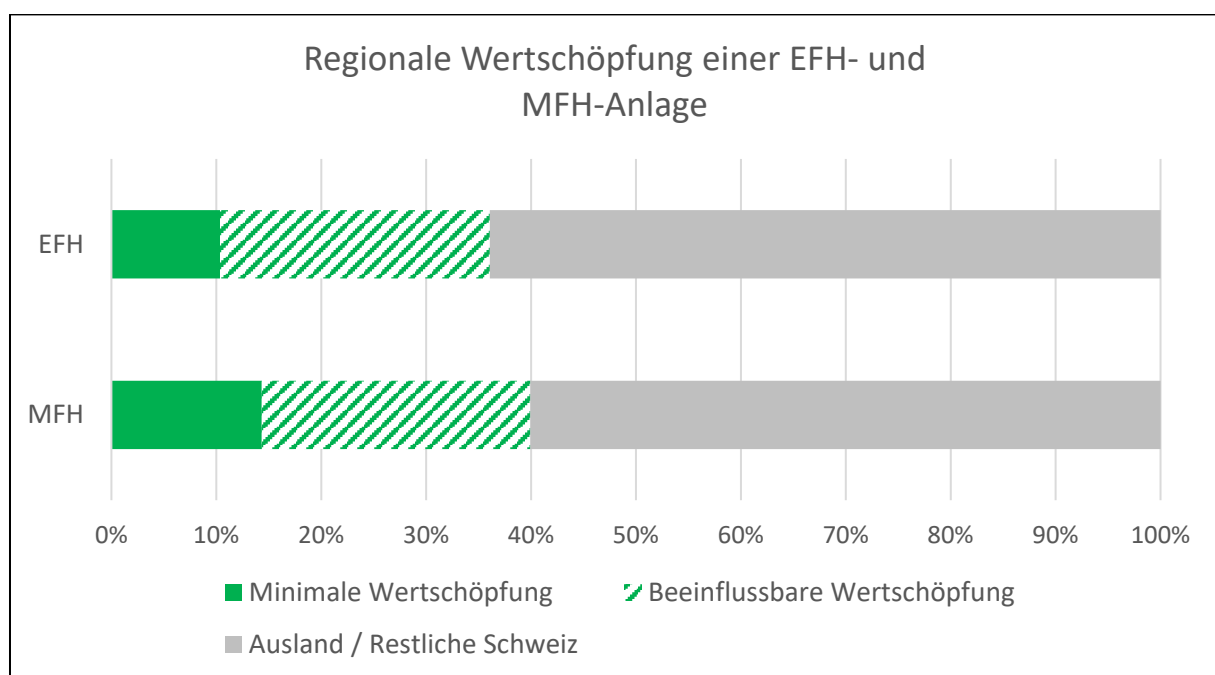


Abbildung 20: Regionale Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH und einem MFH

Dasselbe kann auch für die Schweizer Wertschöpfung gezeigt werden (Abbildung 21). Auch hier ist bei der Anlage auf dem Mehrfamilienhaus vor allem die minimale Wertschöpfung durch den Anlagen-Betrieb grösser. Je nach Grösse des Hauses und der Anzahl Bewohner kann die Schweizer Wertschöpfung demnach leicht variieren. Sie dürfte für Einfamilienhäuser bei rund 35% und für Mehrfamilienhäuser bei rund 40% liegen.

##### Zusammensetzung der Wertschöpfung

Die Reihenfolge der nach Einfluss sortierten beeinflussbaren Wertschöpfungsfaktoren ist für Anlagen auf Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern identisch. Die Wahl einer regionalen Montagefirma und bei hohen Krediten die Wahl einer regionalen Bank sind die wichtigsten Faktoren für die Wertschöpfung. Während bei einem Einfamilienhaus die Wahl einer regionalen Montagefirma aber noch mit grossem Abstand der wichtigste Faktor zur Erhöhung der Wertschöpfung darstellt, zeigt sich dies bei Mehrfamilienhäusern nicht so stark. Dies wird vor allem durch die unterschiedliche Aufteilung der Investitionskosten (vgl. Abbildung 2) verursacht. Neben der Montagefirma und der Bank (bei MFH)

sind vor allem die Wahl von regionalen oder schweizerischen Kollektoren und des restlichen Materials entscheidend für eine hohe Wertschöpfung in der Region oder der Schweiz.

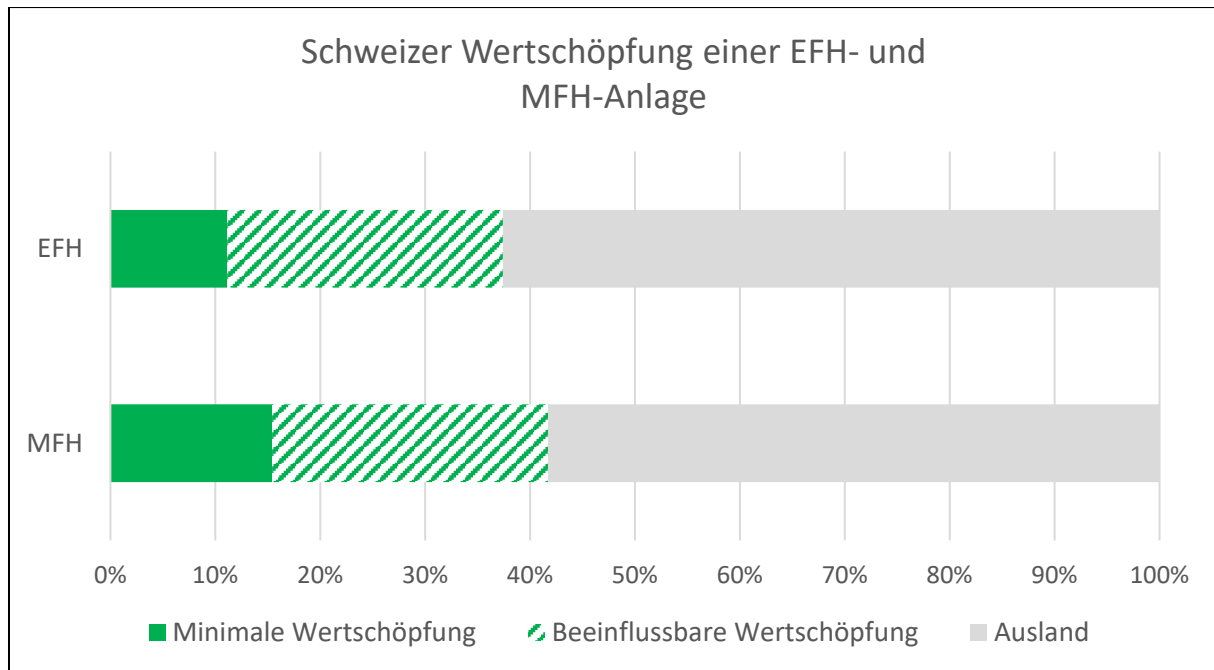


Abbildung 21: Schweizer Wertschöpfung einer Solarthermie-Anlage auf einem EFH und einem MFH

Die Wahl eines regional hergestellten Speichers hat den kleinsten Einfluss auf die Wertschöpfung der Solarthermie-Anlage. Dies liegt vor allem daran, dass durch den Synergieeffekt der Solarthermie-Anlage mit dem Ersatz der Heizung nur 20% bzw. 25% der Wertschöpfung der Solarthermie-Anlage angerechnet werden (beim Einsatz von saisonalen Speichern wäre dieser Anteil natürlich deutlich zu tief). Der restliche Teil der Wertschöpfung wird in dieser Betrachtung dem Heizungssystem zugeschrieben und für die Wertschöpfung durch die Solaranlage nicht berücksichtigt. Würde die gesamte Wertschöpfung durch den Kauf des Speichers berücksichtigt, läge die Wertschöpfung durch den Speicher bei einem Einfamilienhaus an zweiter Stelle der wichtigsten beeinflussbaren Faktoren. Bei Mehrfamilienhäusern käme die Wertschöpfung dann vor der Wertschöpfung der Planungs- und Wartungsfirma, in diesem Fall an drittletzter Stelle. Daraus lässt sich schliessen, dass der Speicher für die Wertschöpfung durch die Solarthermie-Anlage vernachlässigbar ist. Aufgrund der speziellen Berechnungssituation ist die Wertschöpfung für die Region aber trotzdem hoch und die Wahl eines regionalen Speichers sollte – insbesondere bei grossen Speichern - auf jeden Fall in Betracht gezogen werden.

Die Auswertung der beiden Beispiele zeigt, dass die Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen nur leicht variiert. Die mögliche regionale Wertschöpfung liegt demnach zwischen 35% bis 40%, die maximale Schweizer Wertschöpfung zwischen 37% bis 41%. Da bis zu zwei Drittel der Wertschöpfung durch den Betreiber beeinflussbar sind, lohnt es sich auf die Wahl der Montagefirma und des Materials (vor allem der Kollektoren) zu achten und bei Interesse die Anlage im Wertschöpfungsrechner für Solarthermie-Anlagen einzugeben.

## 4.5 Vergleich mit existierenden Wertschöpfungsabschätzungen

Es sind zwei Studien bekannt, welche die Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen in der Schweiz untersuchen. Die Resultate dieser Studie werden mit denen dieses Berichts verglichen. Ein Abgleich mit bekannten Studien aus Deutschland scheint nicht sinnvoll, da diese aufgrund von unterschiedlichen Marktsituationen und Arbeitsbedingungen schlecht vergleichbar sind.

Sigrist et al. (2016) untersuchen die regionale Wertschöpfung von Solarthermie-Anlagen im Kanton Graubünden. Dazu schätzten sie zuerst das Ausbaupotential der Solarthermie in den nächsten Jahren ab und bestimmten aus den Kosten für den Ausbau die regionale Wertschöpfung. Ihre Zahlen beziehen sich somit nicht auf einzelne Anlagen mit einer bestimmten Grösse, sondern auf das im Kanton Graubünden vorhandene Potential. Das heisst eine Unterscheidung zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern ist nicht möglich. Berücksichtigt wurde dabei nur die Anfangsinvestition, die Wertschöpfung durch die Wartung und den Betrieb wurden nicht einbezogen. Das Resultat zeigt, dass die regionale Wertschöpfung ca. 40% der Investitionen entspricht. Dies liegt etwas höher als der berechnete Anteil für Anlagen auf Einfamilienhäusern (gemäss diesem Bericht zwischen 10% bis 36%) und im oberen Bereich von Anlagen auf Mehrfamilienhäusern (14% bis 40%) und unterstützt somit das Resultat des Wertschöpfungsrechners. Der Anteil der Montage an der regionalen Wertschöpfung, welche direkt im Baujahr der Anlage entsteht, wird in der Studie von Sigrist et al. (2016) mit 65% der gesamten regionalen Wertschöpfung angegeben. Dies liegt höher als in diese Studie, bei welcher die Montage maximal 45% der regionalen Wertschöpfung im Baujahr ausmacht. Sie ist aber bei beiden der wichtigste Faktor der Wertschöpfung während der Realisierungsphase. Auch die Wertschöpfung durch die Planung wird in der Studie von Sigrist et al. (2016) eher höher eingeschätzt (25% im Vergleich zu 4% bis 9% in dieser Studie). Die Wertschöpfung durch das Material ist mit 8% (inklusive Handel und Transport) verglichen mit den gefundenen 15% bis 26% dafür eher tief.

Diese Unterschiede in der prozentualen Höhe der regionalen Wertschöpfung und der Aufteilung der Wertschöpfung auf Planung, Montage und Materialherstellung können, neben den methodischen Berechnungsunterschieden, zwei weitere Gründe haben. Zum einen könnte das materialherstellende Gewerbe im Kanton Graubünden nur schwach vertreten sein, wodurch die Wertschöpfung nicht in der Region gehalten werden kann. Ausserdem wird die Wertschöpfung durch Solarthermie-Anlagen zusammen mit der Wertschöpfung durch den Ersatz von Öl- und Elektroheizungen ausgewiesen. Dadurch kann nicht genau gesagt werden, ob die von Sigrist et al. (2016) gefundene Aufteilung der Wertschöpfung tatsächlich typisch für Solarthermie-Anlagen ist, oder ob diese Werte durch die Wertschöpfung beim Heizungsersatz verzerrt werden.

Die zweite Studie liegt schon etwas länger zurück und beschäftigt sich mit der regionalen Wertschöpfung von Energieregionen in der Schweiz. Die Autoren kommen zum Schluss, dass knapp 70% der Wertschöpfung regional und nochmals gut 20% in der Schweiz generiert werden können (Ribi, Buser, von Felten, Walther, & Bernath, 2012). Auch hier wurde nicht zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern bzw. der Anlagengrösse unterschieden. Die Abschätzung der regionalen Wertschöpfung liegt mit 70% deutlich über den in dieser Studie berechneten maximal 40% regionaler Wertschöpfung.

Abschliessend lässt sich sagen, dass die vorliegende Studie die regionale Wertschöpfung ähnlich einstuft wie die Studie von Sigrist et al. (2016). Die Wertschöpfung für Anlagen auf Ein- und Mehrfamilienhäusern variiert nicht sehr stark. Beim Bau einer solchen Anlage kann davon ausgegangen werden, dass ca. 35% bis 40% regionale Wertschöpfung möglich sind. Durch einen lokalen

Betreiber der Solarthermie-Anlage und eine lokale Montagefirma kann zudem bei jeder Anlagengrösse eine hohe regionale Wertschöpfung erreicht werden.

## 5 Literaturverzeichnis

- BFE. (2016a). Energiestrategie 2050 nach der Differenzbereinigung. BFE, Abteilung Medien und Politik.
- BFE. (2016b). *Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015*. Bern: BFE.
- BFE. (2016c). Solarenergie. Retrieved 20 June 2017, from <http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00497/index.html?lang=de>
- elektriker.org. (2012). Eine lange Lebensdauer für Solaranlagen: Regelmäßiges Befüllen und Reinigen. Retrieved 29 May 2017, from <http://www.elektriker.org/solaranlage-befuellen-20124603>
- EnergieSchweiz. (2017). Solarrechner. Retrieved 4 May 2017, from <https://www.energieschweiz.ch/solarrechner/>
- Ernst Basler + Partner. (2014). *Preise und Kosten thermischer Solaranlagen; Analyse der Preise in der Schweiz, Österreich und Baden-Württemberg*. Bern: BFE.
- ESTV. (2016). Steuerrechner. Retrieved 28 March 2017, from <http://www.estv2.admin.ch/d/dienstleistungen/steuerrechner/steuerrechner.htm>
- Eymann, L., Rohrer, J., & Stucki, M. (2014). *Energieverbrauch der Schweizer Kantone - Endenergieverbrauch und Mittelabfluss durch den Energie-Import*. Wädenswil: ZHAW.
- 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).
- Hostettler, T. (2016). *Markterhebung Sonnenenergie 2015*. Bern: BFE; Swissolar.
- Huemer, S. (2016). *Einflussfaktoren auf die regionale Wertschöpfung am Beispiel PV-Anlagen* (Tutorial 3 unter der Leitung von Rohrer, J. & Sperr, N.). ZHAW, Wädenswil.
- IFBC. (2016). *Wertschöpfung der Schweizer Retailbanken*. Zürich.
- KPMG. (2016). *Clarity on Swiss Taxes* (Clarity on). Zürich.
- Madel, A. (n.d.). Wartungsbedarf einer Solarthermieanlage. Retrieved 29 May 2017, from <http://www.solaranlage-ratgeber.de/solarthermie/solarthermie-wartung/solarthermie-wartungsbedarf>
- Prognos. (2016). *Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2015*. Basel: BFE.
- 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.
- Sperr, N., & Rohrer, J. (2017). *Wertschöpfung von Photovoltaik-Anlagen - Erstellung eines Wertschöpfungsrechners für PV-Anlagen*. Wädenswil: ZHAW Wädenswil.

- SPF. (2016). Fördergeldrechner Kollektorliste - Übersicht. Retrieved 30 May 2017, from <http://kollektorliste.ch/>
- Swissolar. (2003). Here comes the sun... - Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizung.
- Swissolar. (2013). *Masterplan Solarwärme Schweiz 2035*. Zürich: Swissolar, EnergieSchweiz, EBP, Nowak Energie & Technik.
- Thole, S. (2010). Stillstand ist für Solarthermie-Anlagen kein Problem | enbause.de. Retrieved 21 June 2017, from <https://www.enbause.de/solarenergie/aktuelles/artikel/stillstand-ist-fuer-solarthermie-anlagen-kein-problem-1491.html>
- WWF Schweiz. (2015). Dämmung & Heizsystem. Retrieved 24 May 2017, from [http://www.wwf.ch/de/hintergrundwissen/hintergrund\\_konsum/wohnen/heizen/](http://www.wwf.ch/de/hintergrundwissen/hintergrund_konsum/wohnen/heizen/)