



# CO<sub>2</sub>-neutrale Gemeinden im ländlichen Raum

Ein Leitfaden am Beispiel der Gemeinde Großschönau

Josef Bruckner, Bettina Frantes,  
Andreas Hutterer, Branislav Iglar,  
Friederich Kupzog, Lukas Lippert,  
Olivier Pol, Wolfgang Prügler



## Impressum

CO<sub>2</sub>-neutrale Gemeinden im ländlichen Raum  
Ein Leitfaden am Beispiel der Gemeinde Großschönau

Für den Inhalt verantwortlich:

*Konsortialführer*

Sonnenplatz Großschönau GmbH  
Josef Bruckner  
Bettina Frantes

*Projektpartner*

AIT - Austrian Institut of Technology  
Lukas Lippert  
Olivier Pol  
Branislav Iglar

TU Wien, Institut für Computertechnik, Forschungsgruppe Energy&IT  
Friederich Kupzog

TU Wien, Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Energy Economics Group  
Wolfgang Prügler  
Andreas Hutterer

Grafische Gestaltung: Friederich Kupzog

In diesem Leitfaden wurde aufgrund der besseren Lesbarkeit die männliche Form der Begriffe benutzt (z.B. Teilnehmer, ...). Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des anderen Geschlechts. Selbstverständlich beziehen sich diese Begriffe auch auf die weibliche Form.

Wir danken für Ihr Verständnis.

Darstellungen, die für Großschönau spezifisch sind, werden in grüner Schrift dargestellt.



# Inhalt

Vorwort.....	6
Ziel dieses Leitfadens.....	7
Einleitung.....	9
1. Schritt: Betrachtungsrahmen festlegen.....	13
2. Schritt: Ist-Zustand und Potentiale erheben.....	19
3. Schritt: Szenarien entwickeln.....	37
4. Schritt: Analyse und Auswahl durchführen.....	43
5. Schritt: Abschluss und Empfehlungen.....	53
Quellenverzeichnis.....	55



# Vorwort

Die Themen Energieeffizienz, Energieeinsparung und Erneuerbare Energie sind aktueller denn je und die Lösung der Energiefrage ist eine der zentralen Zukunftsaufgaben.

Diese Themen haben in unserer Gemeinde schon seit 30 Jahren eine besondere Bedeutung.

Wie wir Energie gewinnen, wofür wir sie einsetzen und wo wir auch einsparen können, das sind Fragestellungen, die mich persönlich, aber auch jeden von uns betreffen. Fossile Ressourcen gehen kontinuierlich zu Ende und verteuern sich massiv. Zusätzlich belasten fossile Energieträger durch den CO<sub>2</sub>-Ausstoß unser Weltklima enorm.

Wir müssen weg von den fossilen Energieträgern, die erneuerbaren Energieträger ausbauen, Effizienz steigern und Energie sparen. Wir müssen alle einen unglaublich großen Beitrag leisten. Wir müssen vor allem unser Verhalten radikal ändern.

Daher freue ich mich besonders, dass das Projekt Zero Carbon Town Großschönau, gefördert durch den Klima- und Energiefonds in der Programmlinie Neue Energie 2020, durchgeführt werden konnte. Für unsere Gemeinde Großschönau wurden Potentiale erhoben und Lösungswege aufgezeigt, um das Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität möglichst rasch zu erreichen. Besonders erfreulich ist, dass dieser Leitfaden auch anderen ländlichen Gemeinden Hilfestellung leisten kann, um so einen möglichst großen Beitrag für eine lebenswerte Zukunft zu leisten.



*Martin Bruckner*

*Bürgermeister Marktgemeinde Großschönau*

# Ziel dieses Leitfadens

Dieser Leitfaden zeigt beispielhaft an der Gemeinde Großschönau, wie die Herausforderung angegangen werden kann, eine ländliche Gemeinde Schritt für Schritt zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Region zu transformieren. Das zugrundeliegende Forschungsprojekt *Zero Carbon Town Großschönau* wurde vom Klimafonds gefördert und unterstützt. Im Rahmen von *Zero Carbon Town Großschönau* wurden die in diesem Leitfaden dargestellten Methoden ausgewählt bzw. entwickelt und auf die Gemeinde Großschönau angewandt. Das Projektkonsortium setzte sich aus dem Antragsteller *Sonnenplatz Großschönau GmbH* und den Projektpartnern *Austrian Institute of Technology* (CO<sub>2</sub>-Berechnung und Szenarientwicklung), *TU Wien, Institut für Computertechnik* (Rolle der Informationstechnik in der Energieversorgung, Demand Response) und *TU Wien, Energy Economics Group* (wirtschaftliche Analysen) zusammen. Ziel des Projektes war es, die Ergebnisse und Lösungswege festzuhalten, so dass der Prozess von anderen Gemeinden mit geringerem Aufwand angewandt werden kann und eine Multiplikatorwirkung entsteht.





# Einleitung

Bereits seit 1972 beschäftigt man sich in der Marktgemeinde Großschönau mit den Themen Ressourcenschonung, erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe. Engagierte Gemeindebewohner gründeten 1972 den Verein für Tourismus, Dorferneuerung und Wirtschaftsimpulse (TDW). Das Ziel war, verstärkt Aktionen und Projekte für den Fremdenverkehr und die Ortsverschönerung durchzuführen. Als Schwerpunkt kristallisierte sich rasch das Thema „Energie“ heraus. Ein erster Erfolg war die Errichtung der 1. automatischen Biomasseheizung in einem öffentlichen Gebäude (Volksschule), selbst gegen Widerstände. Damit begann die jahrzehntelange Erfolgsgeschichte der Marktgemeinde Großschönau in Niederösterreich, die vor allem von hohem persönlichem Engagement Einzelner in gut funktionierender Zusammenarbeit mit der Bevölkerung begründet liegt. Zahlreiche erfolgreiche Projekte wurden in der Zwischenzeit mit diversen Auszeichnungen geehrt.

## Pioniergemeinde

Das Ziel der Marktgemeinde Großschönau gemeinsam mit dem Sonnenplatz Großschönau ist es, Konzepte und Strategien für ländliche Gemeinden zu entwickeln, die ein hohes Maß an Übertragbarkeit und Beispielwirkung für andere Regionen aufweisen. Dabei wird in erster Linie auf ein energieeffizientes und flexibles Energiesystem sowie die Nutzung erneuerbarer Energieträger gesetzt, dass langfristig in der Lage ist, den Bedarf zu decken bzw. im Krisenfall unabhängig vom Gesamtnetz funktionsfähig



zu bleiben. Durch eine breite Palette an Aktivitäten und Begleitmaßnahmen sollen entsprechende Impulse gesetzt werden und der Wirtschaft gleichzeitig neue Chancen eröffnet werden. Weiters wird eine ganzheitliche Vorgehensweise angestrebt, um die Bevölkerung zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie bei Wohnen, Bauen und Sanieren zu motivieren. Die Modellregion „Großschönau“ kann als Pioniergemeinde bezeichnet werden, die gleichzeitig Vorbildfunktion übernimmt. Die Entwicklungen in Bezug auf Energie, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Energieeinsparung dienen daher anderen Regionen als Vorbild und erleichtern dort die Umsetzung von energieeffizienten Aktionen.

## Zero Carbon Town

Die Gemeinde Großschönau will aufgrund des stetig steigenden Energiebedarfs, der zu einem Großteil mit fossilen Energieträgern abgedeckt wird und dem dadurch steigenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß, eine Vorreiterrolle einnehmen und hat sich dabei das ehrgeizige Ziel gesetzt, sich selbst CO<sub>2</sub>-neutral mit Energie zu versorgen. Die Folgen des erhöhten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, der anthropogene Treibhauseffekt, sind wissenschaftlich bewiesen und werden in Zukunft massive Auswirkungen auf unser Leben haben, falls in naher Zukunft nicht mildernde oder entgegenwirkende Maßnahmen getroffen werden, um diesen Prozess zu entschleunigen oder völlig abzubremsen. Dies wird durch effiziente Nutzung von Energie und dem Einsatz von erneuerbaren Energieträgern erreicht. An erster Stelle muss eine Maximierung der Energieeffizienz stehen, um die erneuerbaren Energieträger danach optimal einsetzen zu können.

Aufbauend auf vorhandenen Konzepten und Projekten ist das Ziel im Projekt Zero Carbon Town die Erarbeitung einer Strategie, um die Gemeinde Großschönau CO<sub>2</sub>-neutral mit Energie zu versorgen. Am Beginn des Projektes steht eine Betrachtung des Ist-Zustandes in der Gemeinde, um einen Überblick über den derzeitigen Energieverbrauch und die Energiebereitstellung zu bekommen. Diese Bestandsanalyse basiert auf den qualitativ hochwertigen Daten aus den gemeindeeigenen Energiefragebögen. Diese

### Entwicklung in Großschönau

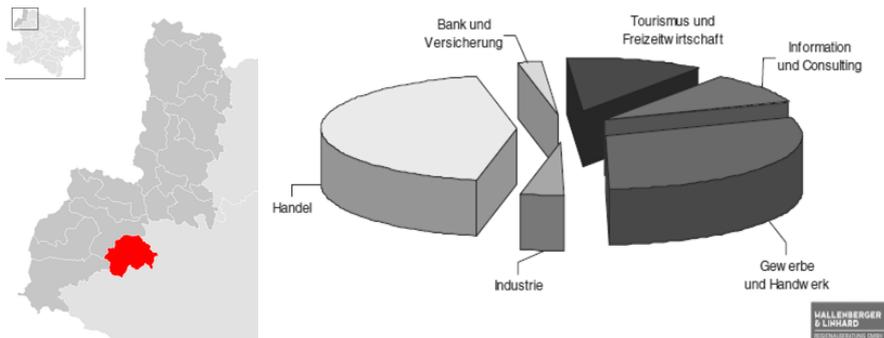
<b>1972</b>	Gründung des Vereins TDW Großschönau
<b>1980</b>	1. Automatische Biomasseheizung in einem privaten Gebäude
<b>1982</b>	1. NÖ Biomasseheizwerk in einem öffentlichen Gebäude (Volksschule)
<b>1986</b>	Gründung der BIOEM – 1. Österreichische Umweltmesse durch den TDW
<b>1994</b>	Leitfaden für dezentrale, ländliche Abwasserreinigung
<b>1994</b>	Heizwerk mit Solarmodulen in der neuen Volksschule
<b>2001</b>	Vision Sonnenplatz
<b>2004</b>	Gründung des Vereins Sonnenplatz und der GmbH
<b>2004/2005</b>	Innovatives Siedlungsentwicklungskonzept für den ländlichen Raum
<b>2006/2007</b>	Realisierung Sonnenplatz Großschönau
<b>2007</b>	Probewohnen® im Passivhaus ermöglicht
<b>2009</b>	1. NÖ Sonnenstromanlage für Abwasserreinigung (Dach der Volksschule)
<b>2010</b>	Klima- und Energiemodellregion „Lainsitztal/ Umgebung“ gegründet
<b>2010</b>	25. BIOEM
<b>2011</b>	Großschönau ist eine der ersten fünf e5-Gemeinden in Niederösterreich
<b>2011</b>	Forschungs- und Kompetenzzentrum für Bauen und Energie eröffnet
<b>2011</b>	10. SchönauerExpertentage

Daten weisen aufgrund der überdurchschnittlich hohen Rücklaufquote und der Dichte an erfragten Informationen eine außergewöhnlich hohe Qualität auf. Die Energiedatenerhebung umfasste die Erhebung von Art und Energiemenge bei Heizung und Warmwasserbereitung, Energiekennzahl oder gebäudespezifische Daten, Wegstrecken und Treibstoffverbrauch für Mobilitätszwecke, Stromverbrauch und Eigenerzeugung aus erneuerbaren Energien, sowie die zur Verfügung stehenden Ressourcen (Biomasse, freie Dachflächen). Außerdem bietet diese fundierte Datenbasis die Möglichkeit, die folgenden Szenarien anhand von Echtdateien zu erstellen und somit genauere Ergebnisse zu erzielen. Das im Projekt erhobene Potential der erneuerbaren Energien auf dem Gemeindegebiet vermeidet eine Überbewertung in den folgenden Arbeitsschritten. Im Anschluss daran werden fünf verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Schwerpunkten der erneuerbaren Energieerzeugung gebildet. Zwei unterschiedliche Entwicklungspfade sollen zeigen, welches Modell im Hinblick auf Ökonomie und Umsetzbarkeit am geeignetsten für die Gemeinde Großschönau ist, um eine maximal mögliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und eine hohe Eigendeckung bei der Energieversorgung zu erreichen. Einen weiteren wichtigen Bestandteil von Zero Carbon Town stellt eine ökonomische Betrachtung des Zielszenarios im Hinblick auf dessen ökonomische Umsetzbarkeit dar. Mit Hilfe der Projektergebnisse werden die Bewusstseinsbildung bei der Bevölkerung weiter ausgebaut und die für die Umsetzung notwendigen Rahmenbedingungen von der Politik geschaffen.

Die Erkenntnisse aus dem Projekt und die mögliche Vorreiterrolle der Gemeinde Großschönau dienen als Leuchtturmprojekt für andere Gemeinden in ländlichen Gebieten. In Verbindung mit den Forschungsergebnissen anderer Regionen, wie Güssing, Murau oder Salzburg, ist eine Übertragbarkeit auf ganz Österreich gegeben. Das Projekt zeigt, dass das Ziel einer CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung möglich ist und somit einen wichtigen Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandel liefern wird.

#### Zahlen und Fakten zu Großschönau

Die Marktgemeinde Großschönau mit 1.264 Einwohnern liegt in NÖ, im nördlichen Waldviertel im Bezirk Gmünd. Die Marktgemeinde liegt auf 681 m Seehöhe und umfasst eine Fläche von 42 km<sup>2</sup>. Dadurch ergibt sich eine Einwohnerdichte von 30 Einwohnern pro km<sup>2</sup>. Die durchschnittliche Haushaltsgröße in der Gemeinde beträgt 2,7 Personen. Ca. 37% der Fläche sind Wald, ca. 58% der Fläche sind landwirtschaftlich genutzt.



**Abbildung 1: Lage des Bezirkes (kleines Bild) in NÖ und Lage der Marktgemeinde Großschönau (links) sowie aktive Betriebsstandorte nach Branchen in Großschönau im Jahr 2003 (rechts)**



# 1. Schritt: Betrachtungsrahmen festlegen

Zur Berechnung einer Emissionsbilanz für eine Gemeinde steht bereits eine Reihe von Bilanzierungsverfahren zur Auswahl (siehe Tabelle 1). Im Fall einer CO<sub>2</sub>-Bilanz für ein Gemeindegebiet sind die zuständigen öffentlichen Ämter auf diese Verfahren verwiesen. Eine detaillierte methodische Vorgehensweise wurde 2010 im Rahmen des Europäischen „Konvent der Bürgermeister“ (European Commission, 2010) vom Joint Research Centre der Europäischen Kommission erarbeitet. Obwohl diese Verfahren im Bezug auf behandelte Emissionsarten und Tätigkeitssektoren große Ähnlichkeiten zeigen (siehe Tabelle 1), beruhen sie oft im Hintergrund auf unterschiedliche Bilanzierungsprinzipien und Systemgrenzen. Auf der Nutzerseite wird oft vergessen, unter welchen Randbedingungen und Annahmen diese Emissionsbilanzen erstellt werden. Im Folgenden werden die wichtigen Elemente aufgeklärt, die bei einer Emissionsbilanzerstellung im Sinne einer CO<sub>2</sub>-neutralen Entwicklung definiert werden sollen. Nur nach Festlegung dieses Betrachtungsrahmen können ein Einheitliches Verständnis um die Begriffe „CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung“ oder „CO<sub>2</sub>-Neutralität“ geschaffen und eindeutige Ziele in diesem Kontext definiert werden.



## 1.1 Von welchen Emissionen reden wir?

### Beispiel Großschönau

Für die Gemeinde Großschönau erfolgt die Bilanzierung für reine Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>).

Zuerst wird aufgeklärt, von welchen Emissionen gesprochen wird. Dabei kann es sich um reinen Kohlenstoff (C), reines Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) oder Kohlendioxid-Äquivalente handeln (CO<sub>2eq</sub>). Im letzten Fall werden alle Treibhausgase so betrachtet, dass deren Treibhausgas effekte dem Effekt von Kohlendioxid-Äquivalenten entsprechen. In (OIB, 2011) werden Werte für reine CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Vorketten vorgeschlagen.

## 1.2 Wo entstehen die Emissionen?

### 1.2.1 Territorialprinzip

In den meisten Fällen basieren die Bilanzierungsmethoden, wie von (European Commission, 2010) für den Konvent der Bürgermeister und von (Neumann, et al., 2005) für das Klima-Bündnis empfohlen, auf dem Territorialprinzip. Dabei werden „die CO<sub>2</sub>-Emissionen [...] aus den Primärenergieverbrauchswerten der einzelnen Energieträger berechnet, die innerhalb des Stadtgebietes verbraucht werden“ (Neumann, et al., 2005).

### 1.2.2 Direkte und indirekte Emissionen

Dazu muss noch spezifiziert werden, ob nur direkte oder auch indirekte Emissionen berücksichtigt werden. Direkte Emissionen entstehen innerhalb der Gemeindegrenzen. Die Berechnung erfolgt nach Aufzählung aller emittierenden Prozesse. Diese Vorgehensweise wird zum Beispiel bei der Emikat-Berechnung für 5 österreichische Bundesländer verfolgt (Orthofer, 2008). Laut diesem Verfahren emittieren daher kleine Gemeinden, die kein Verbrennungskraftwerk oder emittierende Industrie auf ihrem Gebiet haben, weniger als größere Städte. Dabei werden auch CO<sub>2</sub>-Senken wie Waldflächen berücksichtigt, was dazu führt, dass Gemeinden wie Großschönau bereits CO<sub>2</sub>-Neutral sind. CO<sub>2</sub>-Neutralität wird aber im Verhältnis zu Aktivität in einer Gemeinde verstanden. Daher sollen auch Emissionen mitgerechnet werden, die durch Aktivität in der Gemeinde verursacht werden (z. B. Stromeinsatz), aber tatsächlich an anderen Standorten entstehen. Ähnliches gilt für Emissionen, die innerhalb eines Gemeindegebietes anfallen, welche aber auf Aktivität an anderen Standorten zurückzuführen sind (z. B. Stromerzeugung). Insbesondere für Stromerzeugung und -einsatz, aber auch für Industrieprozesse, soll daher spezifiziert werden, wie die entsprechenden Emissionen zugeordnet werden. Dies wird im Abschnitt „Allokationsmethoden“ behandelt.

### 1.2.3 Lebenszyklusperspektive

Emissionen entstehen über den gesamten Lebenszyklus von Gütern, von der Herstellung über den Gebrauch bis zur Entsorgung und Wiederverwertung. In Abhängigkeit der Lebensdauer von Gütern kann daher der Emissionsanteil, der z. B. während der Herstellung- oder Anbauphase anfällt, der Nutzerphase verhältnismäßig zugerechnet werden. In der Literatur sind viele Methoden und Faktoren für diese Berechnungen vorhanden – z. B. (Frischknecht & Tuchschnid, 2008), (Fritsche, Jenseit, & Hochfeld, 1999). Aus dieser Perspektive verursacht auch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen indirekte Emissionen.

### Lebenszyklusperspektive

Für die Gemeinde Großschönau werden die direkten und indirekten Emissionen aus einer Lebenszyklusperspektive gerechnet.

## 1.3 Welchen Sektoren werden die Emissionen zugeordnet?

Eine Emissionsbilanz wird über eine gewisse Anzahl an emittierenden Sektoren durchgeführt, zu welchen die Emissionen zugewiesen werden. Dies beruht auf eine klare Definition der Prozesse, die jedem Sektor assoziiert werden. In der Regel werden für Gemeinden die Emissionen der Sektoren Gebäude, Energieerzeugung, Mobilität, Industrie und Landwirtschaft gerechnet. Dabei ist auf Doppelzählungen zu achten, vor allem wenn indirekte Emissionen mitgerechnet werden (z. B. Schnittstellen zwischen den Sektoren Gebäude und Energieerzeugung). Die Emissionen, die sich indirekt aus Ernährung oder dem Einsatz von Konsumgütern ergeben, werden oft nicht zugerechnet, weil sie nur in einem geringen Ausmaß von den Instrumenten der lokalen Energiepolitik beeinflusst werden können.

### Sektoren

Für die Gemeinde Großschönau werden aus Vollständigkeitsgründen die Emissionen aller Sektoren gerechnet, inklusiv den Emissionen aus den Sektoren Ernährung und Konsumgütern.

## 1.4 Bilanzierungszeitraum

Die Bilanzierung kann auf Jahres-, Monats- oder sogar Stundenbasis erfolgen. In der Regel wird eine Emissionsbilanz für ein Jahr durchgeführt. Analysen auf monatlicher Basis würden zu Informationen über saisonale Emissionsschwankungen führen, erfordern jedoch detaillierte Datenverfügbarkeit in dieser Auflösung. Das Gleiche gilt für noch feinere Auflösungen (z. B. auf Stundenbasis).

### Bilanzierung

Für Großschönau wird eine jährliche Emissionsbilanz durchgeführt.

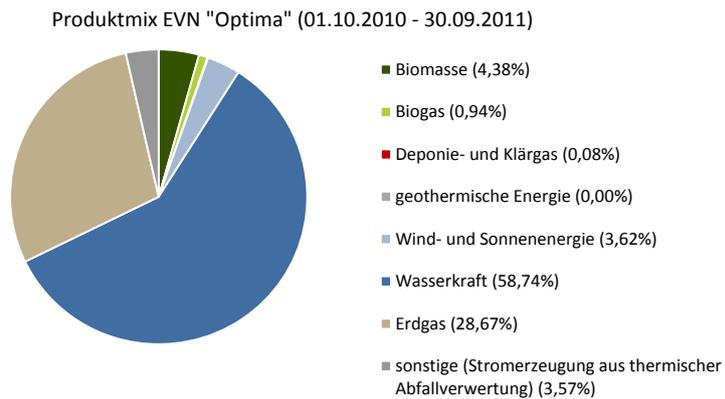
## 1.5 Faktoren für Strom

Der Einsatz von Strom innerhalb einer Gemeinde verursacht sowohl direkte als auch indirekte Emissionen. Verschiedene Bilanzierungsmethoden können dafür herangezogen werden (CDM Executive Board, 2009). Durch Strombezugsverträge privater Personen, lokaler Unternehmen und Organisationen könnte theoretisch der vertraglich gesicherte Strommix ermittelt werden. Aufgrund der praktischen Unmöglichkeit, alle lokalen Strombezugsverträge zu betrachten und zu monitoren, können die zwei folgenden zur Verfügung stehenden Berechnungsmethoden herangezogen werden:

- Berücksichtigung des Strommixes des lokalen Marktführers der Stromversorgung auf dem Gemeindegebiet (entspricht einem „lokalen Strommix“, wie von (Neumann, et al., 2005) für das Klima-Bündnis vorgeschlagen). Bei steigender Anzahl an Marktakteuren zeigt diese Methode ihre Grenzen. Der wesentliche Nachteil ist jedoch, dass die Auswirkungen von Maßnahmen, die den Stromeinsatz künftig beeinflussen werden, von der Zusammensetzung des Strommixes des lokalen Marktführers abhängig sind. Dies betrifft sowohl Strombedarfsreduzierungsmaßnahmen (Energieeffizienz, Ersatz von Stromheizungen) als auch Maßnahmen, die zu einer Erhöhung des Strombedarfs führen (Elektromobilität). Dafür sollten aber die marginalen Stromerzeugungskapazitäten berücksichtigt werden.
- Berücksichtigung des nationalen Strommixes für den aus dem Territorialprinzip gerechneten Stromimportanteil, in Abstimmung mit (Neumann, et al., 2005) und (European Commission, 2010), um vor allem eine „Vereinheitlichung und eine Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen“ (Neumann, et al., 2005) zu ermöglichen. Die aktuelle Version der OIB-Richtlinie 6 (OIB, 2011) gibt den Wert 417 g/kWh für Österreich vor. Der lokale Emissionsfaktor für Strom wird daher

### Lokaler Strommix

In Großschönau ist die Markführerposition von der EVN eingenommen, welche den in Abbildung 2 dargestellten Strommix angibt. Der Fragebogen enthält auch Angaben über die einzelnen Strombezugsverträge. Die Berechnung des lokalen Stromfaktors wird jedoch durchgeführt, um die tatsächlich auf dem Gemeindegebiet installierten Stromerzeugungskapazitäten in der Bilanz zu berücksichtigen. Die Maßnahmen, die den Stromeinsatz künftig beeinflussen werden, wirken sich laut dieser Berechnung auf den resultierenden Strommix und nicht auf die marginalen lokalen Stromerzeugungskapazitäten aus.



**Abbildung 2: Strommix der EVN, Produkt „Optima“**  
(EVN Energievertrieb GmbH & Co KG, 2012)

anhand der folgenden Formel berechnet (European Commission, 2010):

$$LSF = \frac{(GSV - LSE) \times NSF + CO2_{LSE}}{GSV}$$

<i>LSF</i>	Lokaler Stromfaktor [t/MWh]
<i>GSV</i>	Gesamter Stromverbrauch [MWh/a]
<i>LSE</i>	Lokale Stromerzeugung [MWh/a]
<i>NSF</i>	Nationaler Stromfaktor (0,417 t/MWh)
<i>CO<sub>2</sub><sub>LSE</sub></i>	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der lokalen Stromerzeugung [t/a]

#### Formel 1: Lokaler Stromfaktor

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der lokalen Stromerzeugung, insbesondere im Fall der Kraftwärmekopplung, ist eine Allokationsmethode auszuwählen.

## 1.6 Allokationsmethoden

Für Strom und Wärme aus Kraftwärmekopplungsanlagen sind Allokationsmethoden zu definieren.

- Die in (EN 15316-4-5:2007, 2007) vorgeschlagene Methodik entspricht der sogenannten Verdrängungsmix-Methode (Erweiterung der Stromgutschriftmethode), wo der größte Anteil der Emissionen der Stromerzeugung zugerechnet wird. Die Wärme wird dabei als Nebenprodukt der Stromerzeugung betrachtet.
- Andere Methoden (wie die Brennstoffmehrbedarfsmethode) sehen eine ausgeglichene Allokation der Emissionen zwischen Wärme und Strom vor.

### Allokation

Die Strom- und Wärmeallokationsmethoden kommen hier nicht zum Einsatz, da es keine bestehende Kraftwärmekopplungsanlage in Großschönau gibt.

**Tabelle 1: Gegenüberstellung von Bilanzierungsverfahren für Gemeinde**

Methode	Grenzen	Sektoren						Treibhausgase				Rahmen	
		Energie	Transport	Industrie	Landwirtschaft	Landnutzung (z.B. Forstw.)	Müll	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase	Direkte Emissionen	Indirekte Emissionen
Bilan carbone (ADEME, 2010)	Region, Gemeinde, inkl. LCA	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
G.R.I.P. (GRIP, 2012)	Region, Gemeinde	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
ECORegion (ECOSPEED AG, 2012)	Region, Gemeinde	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Klimabündnis (Klimabündnis Österreich, 2008)	Gemeinde	X	X	X	X	X	X	X				X	X
Covenant of Mayors (European Commission, 2010)	Region, Gemeinde, Stadt	X	X	X				X				X	X
Emikat (Orthofer, 2008)	Region, Gemeinde	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	

Im Allgemeinen sollten doppelte Zählungen vermieden werden. Daher sollten Anlagen, die dem europäischen Emissionshandel zugewiesen sind, aus der Bilanzierung ausgeschlossen werden. Die Emissionen werden nämlich durch die vorgesehenen Mechanismen bereits ausgeglichen.



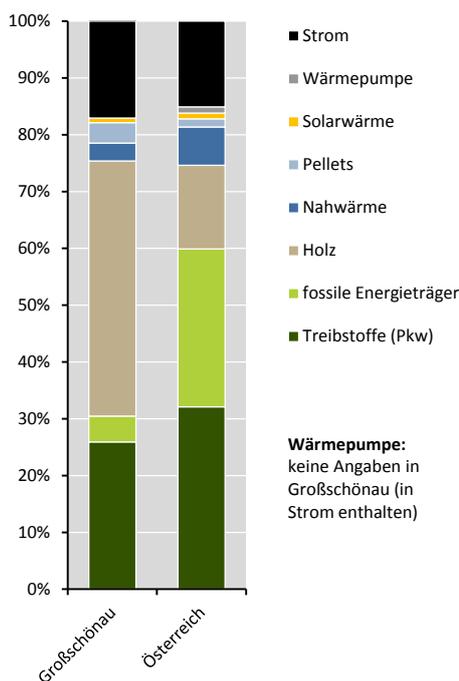
## 2. Schritt: Ist-Zustand und Potentiale erheben

Um mögliche Szenarien und Maßnahmen zur Energieverbrauchs- und Treibhausgasemissionssenkung identifizieren zu können ist eine Charakterisierung des derzeitigen Zustandes in der Gemeinde notwendig. Dabei sollen energierelevanten Eigenschaften der großen Verbrauchergruppen und der lokalen Energieversorgungsinfrastruktur genau erhoben werden. Energiedaten zu öffentlichen und gemeindeeigenen Gebäuden und Anlagen sind in der Regel vorhanden, vor allem über öffentliche Energiebuchhaltung. Eine kostenintensive Möglichkeit, den Ist-Zustand zu charakterisieren, ist die direkte Befragung der Haushalte und Betriebe in der Gemeinde. Im Normalfall haben diese Befragungen eine Rücklaufquote von 5-10% und müssen dann mit Hilfe von statistischen Daten auf die gesamte Gemeinde hochgerechnet werden. Dies führt zu einer sehr großen Unschärfe und es können daraus trotz aufwändiger Erhebung meist nur allgemeine Aussagen abgeleitet werden.



Eine neue Möglichkeit ergibt sich durch die Novellierung des GWR-Gesetzes (Gebäude- und Wohnungsregister) im Jahr 2010 und der Einrichtung des AGWR II (Adress-, Gebäude-, und Wohnungsregister) mit der Einrichtung einer Energieausweisdatenbank. Somit können auch energierelevante Daten (Bruttogeschoßfläche, Errichtungsjahr, Energiekennzahl, Wärmebereitstellungssystem) zu den Gebäuden hinterlegt werden, soweit diese von der Gemeinde erfasst wurden. Das Gebäude- und Wohnungsregister beinhaltet gebäudespezifische Strukturdaten, wobei aus Datenschutzgründen kein öffentlicher Zugang zu den Einzeldaten gegeben ist. Es ist aber durchaus möglich, unter Berücksichtigung der statistischen Geheimhaltungspflicht Auswertungen durchzuführen und zu veröffentlichen. Zusätzlich zu den Verwaltungstechnischen Aufgaben des AGWR ist es auch möglich, erste energetische Auswertungen aus dem Register heraus vorzunehmen (Statistik Austria, 2012). Die Ersterfassung der Daten ist natürlich mit einem erheblichen Aufwand der Gemeinden verbunden. In weiterer Folge können diese Daten aber einfach aktualisiert werden, um die Grundlage für Raumplanungs-, Lärm-, Umwelt- und Katastrophenschutzmaßnahmen darzustellen.

### Energiedatenerhebung



**Abbildung 3: Vergleich – Anteil der Energieträger von Haushalten in Großschönau mit Österreich (Quelle: Statistik Austria 2008)**

In der Gemeinde Großschönau wurde im Jahr 2010 eine Energiedatenbefragung durchgeführt und die folgenden Aspekte abgefragt:

- Art und Energiemenge (Verbrauchswerte) bei Heizung und Warmwasserbereitung
- Stromverbrauch
- Eigenerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (Messwerte)
- Zur Verfügung stehende Ressourcen (Biomasse, freie Dachflächen für Solarenergie)
- Energiekennzahl (Energieausweis) und energierelevante gebäudespezifische Daten
- Wegstrecken und Treibstoffverbrauch für Mobilitätszwecke

Am Beispiel von Großschönau wurde eine Rücklaufquote von 70% erreicht. Diese konnte nur durch den Einsatz von ehrenamtlichen Energiebeauftragten erreicht werden, welche gemeinsam mit den Hausbewohnern den Energiefragebogen ausfüllten. Dadurch konnte neben der hohen Anzahl der teilnehmenden Personen auch die Qualität der Angaben sichergestellt werden. Die Energiebeauftragten wurden im Vorfeld der Befragung auf die Themengebiete vorbereitet, um auf die besonderen Anforderungen für die Sicherstellung einer hohen Qualität geschult zu sein. Durch die hohe Datenqualität und -quantität konnte, im Vergleich zu anderen Gemeinden, eine relativ genaue Abbildung des Gesamtenergiebedarfs der Gemeinde erhalten werden.

Das AGWR II wird in der Gemeinde Großschönau schon eingesetzt, jedoch sind energierelevante Daten nur bei neuen Gebäuden sowie Gebäudevermietung oder Verkauf der letzten Jahre hinterlegt, welche durch das Energieausweisverlagengesetz dazu verpflichtet sind. Bei allen anderen Bestandgebäuden wurden die Daten aus dem alten GWR übernommen und weisen keinen Bezug zu energierelevanten Daten auf.

Einen ersten Überblick auf die Auswertung der Energiedatenerhebung bietet ein direkter Vergleich des Energieeinsatzes in Großschönau mit dem österreichischen Durchschnitt (Statistik Austria, 2008). In Abbildung 3 sind die Anteile der einzelnen Energieträger gegenübergestellt, wobei klar ersichtlich ist, dass der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern, insbesondere Holz, deutlich über dem österreichischen Durchschnitt liegt.

## 2.1 Wärme

### 2.1.1 Ist-Zustand

Im Wärmebereich ist eine genaue Begriffsdefinition notwendig, um Daten aus verschiedenen Quellen zusammenfassen und untereinander vergleichen zu können.

Daten einer Energiebedarfserhebung basieren meist auf Messdaten bzw. Angaben und Abschätzungen des Bewohners der eingesetzten Energieträger zur Wärmebereitstellung für ein Gebäude (Endenergie) oder auf eine rechnerische Ermittlung dessen. Im berechneten Heizenergiebedarf (HEB) sind jene Energiemengen des Endenergiebedarfs (EEB) enthalten, welche für Warmwasser und Raumwärme aufgewendet werden (EN 15316-4-5:2007, 2007). Als Vervollständigung dazu ist im Heizwärmebedarf (HWB) nur jene Wärmemenge enthalten, welche an den Raum abgegeben werden muss, um die gewünschte Solltemperatur zu halten. Dies entspricht nicht der tatsächlich eingesetzten Energiemenge des jeweiligen Energieträgers sondern einer rechnerisch ermittelten Größe. Theoretisch sollten Rechen- und Messwerte nur getrennt voneinander betrachtet werden. In der Praxis steht nicht für alle Gebäude die gleiche Datenbasis und Datenqualität zur Verfügung und es müssen daher Mess- und Rechenwerte kombiniert werden um ein gesamtes Bild des Wärmeenergieeinsatzes einer Gemeinde zu erhalten.

Da in den meisten Haushalten der Energieeinsatz zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung nicht getrennt erfasst wird, ist eine gesonderte Betrachtung nur durch Annahme von Standardwerten beim Warmwasserbedarf möglich. Bei einem durch-

#### Wärmeenergieeinsatz

Der gemessene Wärmeenergieeinsatz bezieht sich auf die in der Befragung angegebenen realen Verbrauchswerte von Brennstoffen für die Wärmebereitstellung. Der „berechnete“ Wert wurde aus den angegebenen Energiekennzahlen oder den überschlägig berechneten Energiekennzahlen aus den gebäudespezifischen Daten ermittelt. Beide dieser Werte enthalten auch den Energieeinsatz für Warmwasserverbrauch, welcher aber in keinem Zusammenhang mit der thermischen Qualität der Gebäudehülle steht. Bei der Korrektur des Wärmeenergieeinsatzes durch die Heizgradtage des Standortklimas wurde pro Gebäude der durchschnittliche Energieeinsatz für die Warmwasserbereitung in Abhängigkeit der Personenanzahl abgezogen.

	Gemessen	Berechnet	HGT-korr. Standort
< 40 kWh/m <sup>2</sup> .a	4%	7%	6%
40-100 kWh/m <sup>2</sup> .a	13%	15%	13%
100-200 kWh/m <sup>2</sup> .a	47%	42%	45%
> 200 kWh/m <sup>2</sup> .a	35%	36%	38%

**Tabelle 2: Klassifizierung von gemessenen, berechneten und nach HGT-korrigierten Wärmeenergieeinsatz**

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass der größte Anteil an der gesamten Gebäudebruttogeschossfläche (BGF) einen Wärmeenergieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser von zwischen 100 und 200 kWh/m<sup>2</sup>.a aufzeigt, wobei es bereits einen Anteil von energieeffizienten Gebäuden gibt, aber im Gegensatz dazu auch einige Gebäude mit sehr schlechtem energetischen Standard. Für fast alle Gebäude liegen sowohl gemessene als auch berechnete Werte vor und es ergibt sich eine annähernd gleiche Verteilung des Energieverbrauchs bei gemessenen und berechneten Werten, wobei es bei den einzelnen Gebäuden teilweise große Unterschiede gibt. Durch die Heizgradtagkorrektur verschiebt sich, bedingt durch den durchschnittlich etwas niedrigeren Heizenergieverbrauch in der erhobenen Heizperiode, die Statistik zu etwas höheren spezifischen Wärmeenergieeinsatzzahlen.

### Verteilung der Gebäudebruttogeschossfläche

In Abbildung 4 ist die Verteilung der Gebäudebruttogeschossfläche der gesamten Gemeinde Großschönau in klimabereinigten Wärmeenergieeinsatzklassen (ohne Warmwasser) dargestellt.

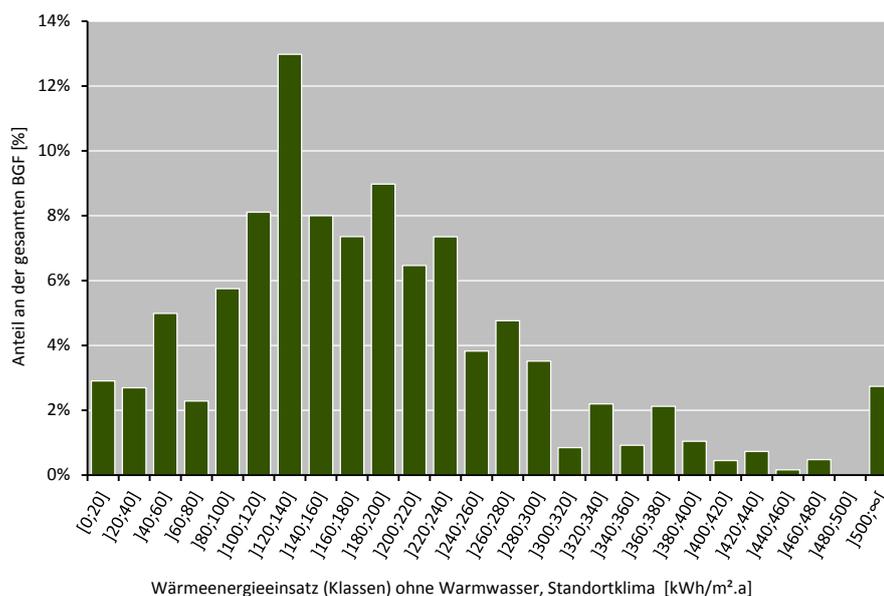


Abbildung 4: BGF gruppiert nach spezifischer Wärmeenergieeinsatz [kWh/m<sup>2</sup>.a]

schnittlichen Warmwasserverbrauch von 25 – 45 l/Tag und Person bei 55°C werden ca. 2 kWh für die Warmwassererwärmung benötigt (OÖ ESV, 2012). Über ein Jahr gerechnet beträgt der Warmwasserwärmebedarf (WWWB) ca. 730 kWh pro Person. Damit ist eine gesonderte Darstellung des Heizenergiebedarfs ohne Warmwasserbereitstellung und ein Vergleich von Gebäuden möglich, wenn die Anzahl an Personen in jedem Haushalt bekannt ist.

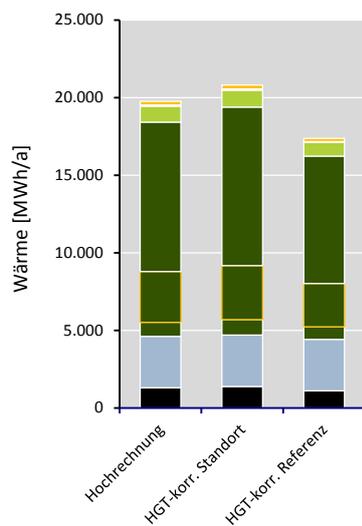
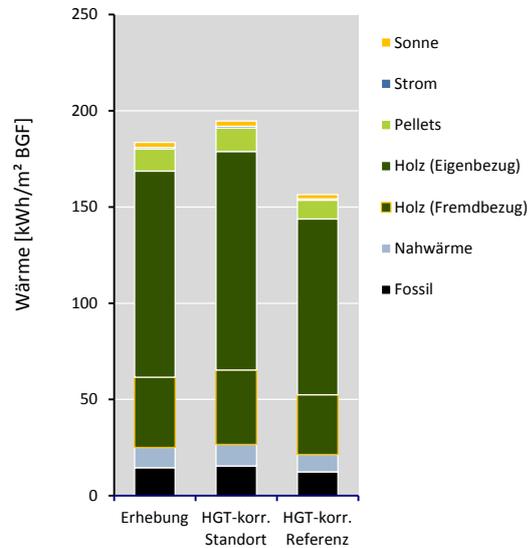
Da über eine Befragung oft nur ein kleiner Anteil an Haushalte einer Gemeinde erreicht werden kann ist eine Hochrechnung auf die gesamte Gemeinde notwendig, um den gesamten Wärmebedarf ermitteln zu können. Bei einer hohen Teilnahme und einer guten Durchmischung der abgegebenen Fragebögen in Bezug auf Art und Alter der Gebäude (i.e. die Stichproben sind repräsentativ) ist eine einfache Hochrechnung auf alle Gebäude möglich. Bei einer niedrigen Rücklaufquote von 5-10%, die normalerweise ohne den Einsatz von Energiebeauftragten erreicht wird, muss die Zusammensetzung der einlangenden Datenerhebungsbögen beachtet werden. In diesem Fall ist es notwendig, die Zusammensetzung der Gebäudestruktur nach Art und Alter der Gebäude in der gesamten Gemeinde zu kennen und diese in der Hochrechnung und Auswertung zu berücksichtigen.

$$RWEE_{SK/RK} = RWEE_{Heizperiode} \frac{HGT_{SK/RK}}{HGT_{Heizperiode}}$$

$RWEE_{SK/RK}$	Raumwärmeenergieeinsatz – Standortklima/Referenzklima
$RWEE_{Heizperiode}$	Raumwärmeenergieeinsatz – Heizperiode
$HGT_{SK/RK}$	Heizgradtage – Standortklima/Referenzklima
$HGT_{Heizperiode}$	Heizgradtage – Heizperiode

Formel 2: Heizgradtagkorrektur Standort- oder Referenzklima

**Wärmeenergieeinsatz**



**Abbildung 5: spezifischer (oben) und gesamter (unten) Wärmebedarf**

Zur Heizgradtagkorrektur wurden folgende Werte verwendet:

$HGT_{2009/10} = 3.900 \text{ Kd/a}$   
 (Berechnung aus Wetterdaten Großschönau Heizperiode 2009/10 nach Formel 2)

$HGT_{SK} = 4.270 \text{ Kd/a}$   
 (Heizgradtage Standortklima Großschönau aus ArchiPHYSIK 9)

$HGT_{RK} = 3.400 \text{ Kd/a}$   
 (Heizgradtage Referenzklima Großschönau aus ArchiPHYSIK 9)

Bei der Heizgradtagkorrektur auf das Standortklima und das Referenzklima bleiben der Wärmeinsatz für Warmwasser und Prozesswärme konstant, da diese nicht unmittelbar von den jährlichen HGT-Schwankungen abhängig sind. Für alle weiteren Berechnungen wird der gemessene und nach dem Standortklima HGT-bereinigte Wärmeenergieeinsatz herangezogen. Bei einzelnen Gebäuden ohne gemessene Werte (3% der erfassten Gebäude) wird stattdessen der berechnete Wärmeenergieeinsatz als Berechnungsgrundlage herangezogen.

Abbildung 5 zeigt den durchschnittlichen Wärmeenergieeinsatz (Raumwärme und Warmwasser) für die Gebäude in Großschönau (ca. 190 kWh/m<sup>2</sup>.a) und den gesamten Endenergieeinsatz für Heizung und Warmwasser (ca. 21.000 MWh). Der Wärmeenergieeinsatz des Holzverarbeitenden Betriebes (Prozesswärme) in der Gemeinde ist im mittleren spezifischen Wärmeinsatz [kWh/m<sup>2</sup>.a] nicht inkludiert, da der Wärmeinsatz dieses Betriebes ca. 1/6 des Gesamtwärmeenergieeinsatzes der Gemeinde ausmacht und daher das Ergebnis in kWh/m<sup>2</sup>.a verfälschen würde. Im Gesamtwärmeenergieeinsatz ist die benötigte Prozesswärme jedoch ersichtlich und verdeutlicht den großen Energieverbrauch eines Holzverarbeitenden Betriebes.

Anhand dieser Aufstellung ist zu erkennen, dass bereits heute der Großteil der benötigten Wärme mit erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt wird. Der Holzeigenbezug bezieht sich auf den Anteil des Holzes, welcher in eigenen Waldflächen geerntet wird. Der Fremdbezug beinhaltet die zugekaufte Biomasse. Außerdem deckt auch noch die Nahwärme einen kleinen Anteil der Wärmeversorgung ab. Diese bezieht Biomasse aus Hackschnitzel aus der Umgebung und Abfällen eines Industriebetriebes. Zusätzliche Biomasse wird noch in Form von Pellets zur Wärmebereitstellung genutzt. Derzeit werden noch ein kleiner Teil der Wärmeenergie mit fossilen Brennstoffen und ein fast zu vernachlässigbarer Anteil mit Strom bereitgestellt. Die Umwandlung von Sonnen- in Wärmeenergie hat derzeit noch einen geringen Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (siehe Tabelle 3: Anteile der Energieträger am Wärmebedarf).

**Tabelle 3: Anteile der Energieträger am Wärmebedarf**

Energieträger	Anteil
Fossil	6,6%
Holz (Fremdbezug)	16,6%
Nahwärme	4,6%
Holz (Eigenbezug)	48,7%
Holz (Prozesswärme)	16,8%
Pellets	5,2%
Strom	0,4%
Sonne	1,2%
<b>Anteil Erneuerbar</b>	<b>93%</b>

Um aussagekräftige Werte aus der Befragung heraus generieren zu können ist es au-

ßerdem wichtig, eine Klimabereinigung der gemessenen Werte aus der jeweiligen erhobenen Heizperiode vorzunehmen, da ansonsten die Energiekennzahlen durch wärmere oder kältere Heizperioden verfälscht werden. Der Raumwärmeenergieeinsatz kann entweder auf das Standortklima bereinigt werden, um Gebäude an einem Standort miteinander vergleichen zu können oder auf ein Referenzklima normalisiert werden, womit ein Vergleich von Gebäuden an unterschiedlichen Standorten möglich wird.

## 2.2 Potenzial „Wärme“

Als mögliches Potenzial zur Wärmebereitstellung werden alle innerhalb der Gemeindegrenzen technisch nutzbaren Energiequellen in Betracht gezogen.

Im folgenden Abschnitt sollen die Möglichkeiten einer regenerativen Versorgung mit Wärmeenergie aus dem Gemeindegebiet aufgezeigt werden und Referenzen für die Ermittlung des Potenzials bekannt gemacht werden. (Kaltschmitt & Streicher, 2009) bietet eine detaillierte Beschreibung der Technologien und dazugehöriger Potenziale für Österreich sowie eine ökologische und ökonomische Betrachtung anhand von diversen Beispielen.

### 2.2.1 Biomasse aus Forstwirtschaft

Die Nutzung von Biomasse spielt in Österreich eine wichtige Rolle und zählt nicht nur in der Energiebereitstellung, sondern auch in der nicht-energetischen Nutzung, zu einem wichtigen Rohstoff. So wie auch andere Energieträger unterliegt der Handel mit Holz gewissen Marktmechanismen und es ist daher nicht gesichert, dass die lokal verfügbaren Ressourcen auch tatsächlich genutzt werden.

Ungefähr 4 Mio. ha, das entspricht ca. 47% der Gesamtfläche Österreichs, ist mit Wald bedeckt und stellt daher auch einen wichtigen Wirtschaftszweig dar. Drei Viertel des jährlichen Holzzuwachses werden genutzt, der Rest verbleibt im Wald (proHolz Austria, 2012). In den einzelnen Bundesländern und Bezirken ist der Waldflächenanteil sehr unterschiedlich und daher ist auch nicht überall genug lokales Potenzial an biogenen Brennstoffen verfügbar. Die lokal verfügbaren Waldflächen können zum Beispiel über die Waldinventur (BFW, 2009) ermittelt werden.

Das Institut für Waldinventur des Bundesamts für Wald (BFW) ermittelt in regelmäßigen Abständen den Holzvorrat, Zuwachs und Nutzung des österreichischen Waldbestandes. Die letzte Erhebung aus den Jahren 2007 bis 2009 erbrachte folgendes Ergebnis (Tabelle 4):

**Tabelle 4: österreichischer Holzvorrat, Nutzung und Zuwachs (BFW, 2009)**

	Mio. Vfm	Vfm/ha
<b>Vorrat</b>	1.135	337
<b>Zuwachs</b>	30,4	9,0
<b>Nutzung</b>	25,9	7,7

Vfm Vorratsfestmeter (Holzvorrat mit Rinde > 7 cm Durchmesser)

Das Potenzial wird sowohl für energetische, als auch nicht-energetische Zwecke (Bauholz, Papierindustrie...) genutzt. Wird nur das zur energetischen Nutzung zur Verfügung stehende Holz betrachtet, so gibt es in Österreich ein Gesamtpotenzial an forst-

#### Biomasse

In Niederösterreich können bei einer nachhaltigen Bewirtschaftung 10 MWh/ha.a an Biomasse für energetische Zwecke entnommen und genutzt werden (Landeslandwirtschaftskammer NÖ, 2010). Dies ist eine etwas konservativere Annahme im Vergleich zu der theoretisch möglichen Entnahme von 17 MWh/ha.a nach (Kaltschmitt & Streicher, 2009).

Als Potenzial für die Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen in Großschönau wurde die gesamte Waldfläche unter Beachtung einer nachhaltigen Nutzung als Berechnungsgrundlage herangezogen. Die Waldfläche Großschönaus von 1.552 ha entspricht ca. 37% der gesamten Gemeindefläche.

wirtschaftlicher Biomasse von **55.800 GWh/a** (Kaltschmitt & Streicher, 2009). Dazu zählen unter anderem Brennholz, Rinde, Waldhackgut, Sägenebenprodukte und Altholz welche einer energetischen Nutzung zugeführt werden können (Kaltschmitt & Streicher, 2009). Bei 4 Mio. ha Wald, abzüglich 20% Schutzwald (0,8 Mio. ha), ergibt sich somit ein statistischer spezifischer Flächenertrag von ca. 17 MWh/ha.

Laut (REGIO Energy, 2009) stehen für den energetischen Verbrauch (Brennholz, Sägenebenprodukte) ca. 36.000 GWh jährlich zur Verfügung, wobei im Vergleich zu (Kaltschmitt & Streicher, 2009) nur der Brennholzanteil und Sägenebenprodukte berücksichtigt werden, welche bei einer nachhaltigen Nutzung entsprechend der Forstinventur anfallen können.

### 2.2.2 Sonstige Biomasse

Für die Verwendung von Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft sowie biogenen Abfallstoffen gibt es eine Reihe von unterschiedlichen Bereitstellungs- und Verwertungsmöglichkeiten. Die Biomasse kann für die Wärmebereitstellung einerseits direkt thermisch verwertet oder andererseits über unterschiedliche Prozesse in gasförmige oder flüssige Energieträger umgewandelt und anschließend einer thermischen Nutzung zugeführt werden. Das theoretisch mögliche Potential der einzelnen Biomassestoffströme ist lokal für die einzelne Gemeinde/Region zu erfassen. Dabei ist die Nutzbarkeit dieser Ströme zu untersuchen. Eine ausführliche Analyse über das österreichweite Potential dieser Biomasse ist in (Kaltschmitt & Streicher, 2009) zu finden.

Am Beispiel von Biogas kann anhand der vorhandenen Großvieheinheiten (GVE) das aus Gülle zur Verfügung stehende Biogaspotenzial für eine erste Potenzialabschätzung herangezogen werden, wobei eine GVE für 1 Rind 5 Kälber, 6 Mastschweine oder 250 Hühner steht.

#### Nutzbare biogene Rohstoffe

Zu den nutzbaren biogenen Rohstoffen in Großschönau zählt zum Beispiel auch die Verwertung von Gülle und anderem biogenen Material zu Biogas. In Großschönau gibt es einen Viehbestand von ca. 1.200 GVE. Die Tabelle 5 zeigt das theoretisch mögliche Biogaspotenzial aus Gülle und die daraus resultierenden Energiemengen bei Berücksichtigung des Heizwertes von Biogas.

**Tabelle 5: theoretisches Biogaspotenzial aus Gülle**

<b>Ertrag/GVE</b>	1,5	[m <sup>3</sup> /GVE.d]
<b>Energieinhalt - ungereinigtes Biogas (ca. 60% Methan) (Biomasseverband OÖ, 2012)</b>	6	[kWh/m <sup>3</sup> ]
<b>Ertrag/a</b>	657.000	[m <sup>3</sup> /a]
	3.942.000	[kWh/a]
	3.942	[MWh/a]

Bei einem thermischen Umwandlungswirkungsgrad von ungereinigtem Biogas von 50% und einem Eigenbedarf von 7% der erzeugten thermischen Energie zur Aufrechterhaltung des Biogasprozesses können pro Jahr ca. 1.800 MWh an thermischer Energie bereitgestellt werden. Durch die Nutzung von Ernterückständen bzw. Grünschnitt oder dem Anbau von Energiepflanzen auf brachliegenden Ackerflächen für die Biogasproduktion könnte die lokale Wärme- und Strombereitstellung noch weiter gesteigert werden.

### 2.2.3 Solarthermie

Um das Potenzial an Solarthermie zu erheben, müssen nicht nur die verfügbaren Dachflächen mit der geeigneten Ausrichtung und Neigung bekannt sein, sondern auch der Nutzungszweck der solarthermischen Anlagen (große Anlagen mit saisonaler Wärmespeicherung, individuelle Anlagen zur Unterstützung der Warmwasserbereitstellung, Raumwärmeunterstützung). Die Erhebung der verfügbaren Dachflächen kann als erste grobe Abschätzung über die Grundfläche der Gebäude oder mittels eines Orthofotos abgeschätzt werden. Eine weitaus genauere, aber auch aufwändigere und kostenintensivere Methode ist die Vermessung des Betrachtungsgebietes aus der Luft mit der Laser-Scanning-Methode. Hier entsteht nach weiteren Bearbeitungsschritten des Punktrasters ein genaues Profil der Dachflächen und somit des Solarpotenzials. Hier kann auch die Verschattung durch umliegende Objekte mit betrachtet werden.

Energieversorger z. B. bieten Solarpotentialanalysen für Gemeinden an. Bei der Erhebung des Solarpotentials werden ein digitales Oberflächenmodell, Gebäudeumrisse und die DKM (digitale Katastralmappe) verwendet um damit Ausrichtung, Dach- bzw. Geländeneigung und Verschattung (Vegetation, Gebäude, Gelände) berücksichtigen zu können. Die Ergebnisdaten werden sowohl als anschauliche Bilder, als auch als digitale Dateien für die kommunalen GIS-Systeme übergeben (Weingartner, 2012).

Für das Potenzial der solarthermischen Anlagen zur Wärmebedarfsdeckung wurden nur die technisch sinnvollen Flächen in die Betrachtung mit einbezogen. Das technisch realisierbare Potenzial für ein gegebenes Gebäude ergibt sich aus der Anzahl der Personen, welche in dem Gebäude leben und der Nutzungsart der thermischen Solarenergie. Wird die Solarenergie nur zur Warmwasserbereitung genutzt, so sind 1-1,5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person ausreichend, um in den Sommermonaten den Warmwasserbedarf abzudecken. Der solare Deckungsgrad für Warmwasserbereitstellung beträgt bei einer solchen Anlage ca. 60%. Bei einer zusätzlichen Heizungsunterstützung in den Wintermonaten muss von einer Anlagengröße bis zu 30 m<sup>2</sup> ausgegangen werden, um einen solaren Deckungsanteil für Heizung und Warmwasserbereitstellung von 30% zu erreichen (Wesselak & Schabbach, 2009, pp. 242-252). Theoretisch könnten die gesamten geeigneten Dachflächen mit solarthermischen Anlagen ausgerüstet werden, aber in diesem Fall könnte das Überangebot im Sommer ohne saisonale Wärmespeicherung nicht genutzt werden.

#### **Solarthermiepotenzial**

Für Großschönau können Rückschlüsse über das gesamte Solarthermiepotenzial auf den Dachflächen aus der Energiebefragung gezogen werden, bei welcher Angabe über die zur Verfügung stehende Dachfläche gemacht wurde. Dabei wurden nur Dachflächen mit einer Ausrichtung nach Süden und einer maximalen Abweichung von 35° nach Osten und Westen erfasst. Für die Nutzung der Solarthermie in Großschönau für Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung wurden folgende Annahmen gewählt: Die Mindestgröße der thermischen Solaranlage wurde mit 16 m<sup>2</sup>/Gebäude oder mindestens 4 m<sup>2</sup>/Person im Gebäude festgesetzt und davon der jeweils größere Wert herangezogen. Die Berechnung wurde mit einem durchschnittlichen Wärmeertrag von 300 kWh/m<sup>2</sup>.a eher konservativ angesetzt

Dieses technische Potenzial inkl. der Heizungsunterstützung ist nur erreichbar, wenn auch gleichzeitig Gebäude thermisch saniert werden, damit Gebäudeheizungssysteme auf geringerem Temperaturniveau betrieben werden können.

## 2.2.4 Wärmepumpen (Umgebungswärme, oberflächennahe Geothermie)

Wärmepumpen sind prinzipiell überall möglich und können die Umgebungswärme aus Grundwasser, Erdreich oder Luft nutzen. Zu beachten ist jedoch die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe und der daraus resultierende Strombedarf. Dabei spielt das Wärmequellen- und Wärmesenkentemperaturniveau eine wesentliche Rolle. Je höher das Temperaturniveau der Wärmequelle ist, umso effizienter kann die Wärmepumpe betrieben werden.

## 2.2.5 Hydrothermale Geothermie

In Österreich gibt es vier wesentliche wasserführende Sedimentstrukturen, welche eine hydrothermale Nutzung ermöglichen: Oberösterreichisches Molassebecken, Steirisches Becken, Wiener Becken und Vorarlberger Molassebecken.

Für die rein thermische Nutzung können auch Aquifere mit einer Temperatur von unter 100°C genutzt werden. Das technische Angebotspotenzial ergibt sich aus dem theoretischen Potenzial abzüglich der geologischen und technischen Einschränkungen, wie zum Beispiel einer zu geringen Porosität oder Permeabilität der Sedimentstrukturen. Bei einer angenommenen Reinjektionstemperatur von 15°C und einer installierten Anlagenleistung von 550 MW<sub>th</sub> kann das technische Angebotspotential mit 3.900.000 MWh für Österreich abgeschätzt werden (Kaltschmitt & Streicher, 2009).

Eine weitere erste Abschätzung zum möglichen Potenzial der hydrothermalen Geothermie (Nutzung von heißen Wasserquellen bis ca. 3 km Tiefe) bietet das Ergebnis des Forschungsprojektes REGIO Energy (REGIO Energy, 2009). Hier sind das technische sowie das realisierbare Potenzial bis 2020 für den erneuerbaren Energieträger ersichtlich. In Österreich sind schon einige Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie für Wärme als auch Strombereitstellung in Betrieb.

# 2.3 Elektrische Energie

## 2.3.1 Ist-Zustand

Die Erhebung des Stromeinsatzes ist im Allgemeinen viel einfacher als die Wärmebedarfserhebung, da alle Haushalte und Betriebe über einen Stromzähler verfügen und die Daten zumindest Jährlich abgelesen werden. Bei kleinen Betrieben, welche direkt im Wohnhaus untergebracht sind, gibt es oft keinen separaten Stromzähler und der Stromeinsatz kann nicht in betrieblichen und privaten Stromverbrauch aufgeteilt werden. Dies ist aber nur bei der Erstellung einer Statistik über den privaten und betrieblichen Strombedarf von Bedeutung. Weitere separate Stromzähler können noch in Bereichen Elektroheizung, Wärmepumpe oder Warmwasserbereitung vorhanden sein.

Werden Stromzähler derzeit noch häufig manuell 1-2 Mal pro Jahr abgelesen, geht die Entwicklung hin zu Smart Meter, welche den Stromverbrauch in gewissen Abständen (z.B. 15-Minuten-Intervallen) messen und die Werte an den Netzbetreiber schicken. Auch der Nutzer hat einen Vorteil daraus, da er jederzeit den Stromverbrauch kontrollieren und vergleichen kann und so die Auswirkungen von Stromsparmaßnahmen schneller und einfacher bewusst gemacht werden können.

Im Bereich Smart Grids gehört Großschönau zu den Pionieren in Österreich (BM vit, 2010). Die gemeindeeigenen Gebäude sowie einige Betriebe sind schon mit Smart Meter ausgestattet, um durch Feedback zum eigenen Stromverbrauch Einsparungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Außerdem ist das Kommunikationsnetz mit der Aufrüstung zu einem Glasfasernetz schon für die Zukunft ausgestattet, um die intelligente Vernetzung von Stromverbrauchern und Stromerzeugern voranzutreiben.

Der Mittelwert des Stromeinsatzes bei den Haushalten aus der Energiedatenerhebung liegt mit 4.200 kWh/a im Jahr 2009/2010 etwas leicht unter dem Durchschnitt des österreichischen Strombedarfes pro Haushalt (4.400 kWh/a laut (Statistik Austria, 2008)). In Abbildung 6 sind nur die Stromeinsatzwerte von Haushalten (ohne betrieblicher Anteil) erfasst, um eine Vergleichbarkeit mit der Haushaltsstatistik gewährleisten zu können. Pro Person liegen die Einwohner von Großschönau mit ca. 1.800 kWh/a und Person auch genau im statistischen Durchschnitt Österreichs.

Bei Betrachtung der Stromherkunft anhand der unter „Faktoren für den Strom“ vorgeschlagenen Methodik (Berechnung des lokalen Stromfaktors) ist zu sehen, dass die elektrische Energie derzeit nur im kleinen Maßstab aus lokalen erneuerbaren Ressourcen bereitgestellt wird (ca. 4% des Gesamtstrombedarfes) und zum Großteil aus dem Stromnetz bezogen wird (siehe Abbildung 7). Der kleine Anteil an lokaler erneuerbarer Stromproduktion ergibt sich aus den derzeit installierten PV-Anlagen und einem Kleinwasserkraftwerk. Für den nicht lokal produzierten Strom wird ein österreichischer Stromnetzmix herangezogen.

Wird die Stromaufbringung (Produktmix) des Hauptstromlieferanten/Marktführer in der Gemeinde betrachtet, so ergibt sich ein Anteil von erneuerbaren Energien von ca. 70% (siehe Abbildung 2). Die Unterscheidung von diesen verschiedenen Betrachtungsmöglichkeiten für die Herkunft der elektrischen Energie ist in weiterer Folge (wie in Kapitel 1.5 erwähnt) für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wichtig.

### Strombedarf und Aufbringung

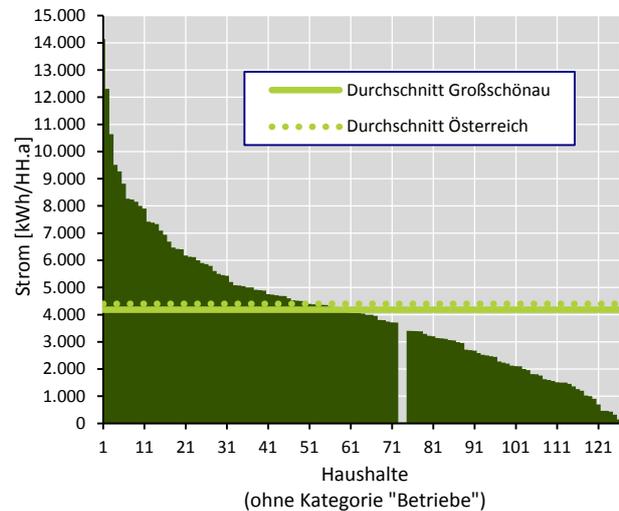


Abbildung 6: Durchschnittlicher Strombedarf der Haushalte

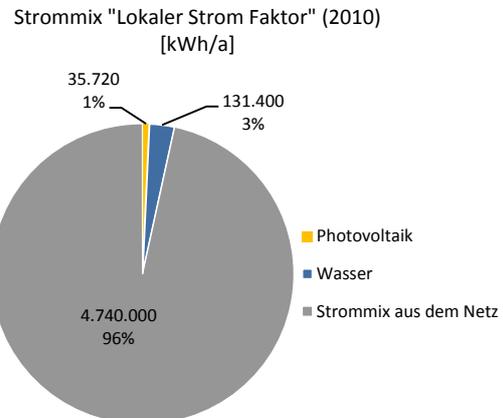


Abbildung 7: Erneuerbare Energieanteil im Stromeinsatz für Berechnung des LSF (Formel 1)

## 2.4 Potenzial elektrische Energie

Wie auch schon für das Wärmepotential werden auch beim Strompotential nur die lokal verfügbaren erneuerbaren Energiequellen betrachtet.

### 2.4.1 Photovoltaik (PV)

Photovoltaikmodule können auf allen geeigneten Dächern installiert werden und die elektrische Energie kann direkt ins elektrische Netz eingespeist werden. Eine dezentrale Erzeugung und Verteilung von elektrischer Energie ist einfacher zu bewerkstelligen

als bei thermischer Energie, wobei hier die Netzrestriktionen des lokalen Stromnetzes (maximale Leistung des Netzes und der Transformatoren) beachtet werden müssen, um eine sichere Einspeisung der elektrischen Energie zu gewährleisten.

Wenn das örtlich vorhandene Stromnetz nicht mehr in der Lage ist, die durch erneuerbare Energieträger eingespeisten Energiemengen abzutransportieren, sind verschiedene alternative Maßnahmen zum teuren Netzausbau möglich. Technische Grenzen für die Integration von Erzeugungsanlagen ins Stromnetz sind vor allem die Auslegung von Leitungen und Transformatoren hinsichtlich maximaler Leistung und die Einhaltung der Spannungsqualität im Netz. Innovative Maßnahmen zur Netzintegration reichen von Implementierung von Demand-Response-Maßnahmen, bei denen eine Verbrauchssteuerung zugunsten eines besseren lokalen Ausgleichs von Erzeugung und Verbrauch erzielt wird (F. Kupzog, 2012), bis hin zu Management von Erzeugungsanlagen, so dass diese ohne große betriebliche Einschränkungen in das vorhandene Stromnetz integriert werden können (A. Lugmaier, 2008).

Einen Überblick über die Eignung der Dachflächen kann ein Solarpotenzialkataster geben, wobei hier die Verschattung und auch Teilverschattung eine wesentliche Rolle spielt. Für die Erhebung des Solarpotentials können dieselben Methoden (Fragebogen, Luftbilder, Laser-Scanning-Daten) wie bei der Solarthermie angewendet werden.

Das technische Angebotspotential für Photovoltaik wird von (Kaltschmitt & Streicher, 2009) anhand der nutzbaren Flächen für Gebäudedächer, Fassaden, Freiflächen und Lärmschutzwände bzw. -dämme bewertet. Bei einer solaren Flächenleistung von 1.000 W/m<sup>2</sup> und der unterschiedlichen Systemnutzungsgrade der Photovoltaiktechnologien (amorphe bis monokristalline Siliziumzellen) ergibt sich für Österreich ein Potenzial an theoretisch installierter Leistung von 21 – 48 GW mit einem Angebotspotenzial von 19 – 43 TWh/a.

Eine geografische Verteilung des Photovoltaikpotenzials in Österreich bietet (REGIO Energy, 2009) oder (RSA, 2009).

## 2.4.2 Windenergie

Hier ist eine lokale Erhebung des Potenzials notwendig, um einen möglicherweise geeigneten Standort finden zu können. Als erste Abschätzungen stehen zwei verschiedene Potenzialerhebungen für Österreich zur Verfügung, welche das grobe Potenzial für Windenergie im großen Leistungsbereich (nicht in urbanen Räumen) in der jeweiligen Region in Form eines Rasters über Österreich (RSA, 2009) oder pro Bezirk (REGIO Energy, 2009) angeben. Beide Quellen geben sowohl das theoretische als auch das eingeschränkte technische Potenzial an, welches auch die Distanzen zu Gebäuden, Flughäfen oder Schutzgebieten berücksichtigt. Nach (Kaltschmitt & Streicher, 2009) liegt das technische Angebotspotential unter Berücksichtigung von Jahresmittleren Windgeschwindigkeiten und weiteren Einschränkungen (Siedlungs-, Wald- und Naturschutzgebieten) für elektrische Energie aus Windkraftanlagen bei 18 TWh/a. Bei einer angenommenen Vollaststundenzahl von 2.000 h/a würde dieses Potenzial einer Anlagenleistung von 9.000 MW entsprechen. Bisher sind in Österreich 1.084 MW Windkraft installiert (IG Windkraft, 2012).

Ist ein technisch realisierbares Potenzial in der Gemeinde vorhanden, so soll durch Messungen der ideale Standort und der zu erwartende Ertrag ermittelt werden (genaue Machbarkeitsstudie).

### Photovoltaikpotential

Als Potenzial für die Photovoltaik in Großschönau werden zwei unterschiedliche Szenarien in Betracht gezogen, da die nutzbaren Flächen für die Photovoltaik in direkter Flächenkonkurrenz mit der solarthermischen Energiebereitstellung stehen.

**1. PV-Szenario (mit Solarthermie):** Die für die Photovoltaik nutzbaren Flächen ergeben sich aus den geeigneten Flächen aus der Energiedatenerhebung abzüglich der für thermische Zwecke nutzbaren Flächen für Solarthermie.

**2. PV-Szenario (ohne Solarthermie):** Die geeigneten verfügbaren Dachflächen werden ausschließlich zum Ausbau der Photovoltaik verwendet.

### Potential Wasserkraft

Auch im Bereich Wasserkraft konnte auf dem Gemeindegebiet, außer der bereits bestehenden Kleinwasserkraftanlage mit einer Leistung von ca. 25 kW kein weiteres nutzbares Potenzial identifiziert werden.

### 2.4.3 Strom aus Biomasse

Eine Reihe von möglichen biogenen Rohstoffen aus der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft wurden schon im Kapitel 2.2 Potenzial „Wärme“ dargestellt. Die Biomasse kann teilweise direkt oder über Zwischenschritte (Biogas, Biotreibstoffe) über thermodynamische Prozesse (z.B. Gas und Dampfturbinen oder Motoren, Organic-Rankine Cycle, Kalina-Kreisprozess) in Blockheizkraftwerken oder über chemische Prozesse in Brennstoffzellen in elektrische Energie umgewandelt werden.

(Kaltschmitt & Streicher, 2009) bietet eine ausführliche Beschreibung der Potentiale zur Strombereitstellung aus Biomasse in Österreich.

#### Biogas

Eine weitere regional erschließbare erneuerbare Energiequelle ist Biogas, welches schon im Kapitel 2.2 in Betracht gezogen wurde, aber durch eine Nutzung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) auch einen Beitrag zur erneuerbaren Stromversorgung liefern kann.

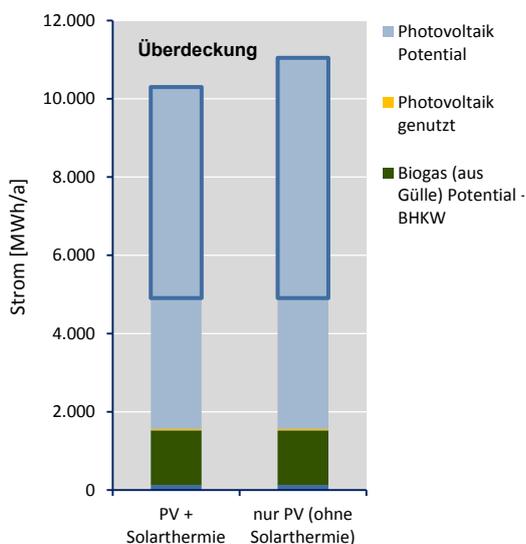
Wie schon im Bereich „Wärme“ beschrieben, wird die Energiebereitstellung aus Biogas anhand der in der Gemeinde anfallenden Gülle aus 1.200 GVE betrachtet. Bei einem elektrischen Wirkungsgrad des BHKWs (Gasmotor) von 38% kann, abzüglich des Eigenbedarfes von 7%, eine elektrische Energiemenge von ca. 1.400 MWh/a bereitgestellt werden.

#### Potential Geothermie

Für hydrothermale Geothermie zur Bereitstellung von elektrischer Energie kann, wie im Bereich „Wärme“, kein nutzbares Potenzial identifiziert werden.

### 2.4.4 Hydrothermale Geothermie

Für die Strombereitstellung aus geothermischer Energie werden in (Kaltschmitt & Streicher, 2009) nur Standorte mit Thermalwassertemperaturen über 100°C betrachtet. Bei einem mittleren Umwandlungswirkungsgrad von 7 bis 11% nach dem derzeitigen Stand der Technik besteht in Österreich ein technisches Stromerzeugungspotenzial aus hydrothermalen Geothermie von 58,8 TWh/a. Der wesentliche Vorteil von geothermischer Energie ist, dass diese keinen tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt und das gesamte Jahr über konstant elektrische Energie liefern kann.



**Abbildung 8: Strombereitstellungspotenzial aus erneuerbaren Energien (PV Szenario 1 – links, PV-Szenario 2 – rechts)**

#### Erneuerbare Strombereitstellung

In Abbildung 8 sind die derzeitige und die mögliche Strombereitstellung aus lokalen erneuerbaren Ressourcen in Großschönau dargestellt. Es werden beide oben genannten Ausbauszenarien für Photovoltaik betrachtet. Der derzeitige Gesamtstrombedarf der Gemeinde könnte mit Photovoltaik über das Jahr komplett abgedeckt werden. Diese Strombedarfsabdeckung durch Photovoltaik ist nur ein theoretischer Wert, welcher über den Zeitraum eines Jahres berechnet wurde. Nicht mitberücksichtigt sind die erforderlichen Maßnahmen, wie zum Beispiel Speicherung, Netzadaptierungen oder die Einrichtung von Smart Grids, um das gesamte Angebot der Photovoltaik nutzen zu können. In diesem Fall spielen auch die Erfahrungen und Ergebnisse aus abgeschlossenen (z.B. IRON) (Palensky, Kupzog, Grobbelaar, & Meisel, 2008) und laufenden Forschungsprojekten (z.B. GAVE) in Großschönau eine wichtige Rolle. Für absehbare Zeit stellt jedoch die Netzintegration weiterer Anlagen in Großschönau laut Netzbetreiber keine große Herausforderung dar.

## 2.5 Mobilität

Die Erfassung des Mobilitätsenergiebedarfs zählt zu den schwierigsten Erhebungen einer Gemeinde, da es hier sehr wenige genaue Aufzeichnungen über den Treibstoffbedarf gibt, und verschiedene Bilanzierungsmethoden genutzt werden können. Als Beispiel werden hier zwei unterschiedliche Methoden zur Bilanzierung für die Emissionen der Mobilität erwähnt:

- Territorialprinzip: Es werden die Emissionen, welche auf dem Gemeindegebiet verursacht werden den Gesamtemissionen zugerechnet. Mit Hilfe eines Verkehrsmodells können Durchgangs-, Binnen- sowie Ziel- und Quellverkehr und die daraus resultierenden Emissionen ermittelt werden.
- Verursacherprinzip: Hier werden alle Wege und die resultierenden Emissionen berücksichtigt, welche von den Bewohnern der Gemeinde durch ihr Mobilitätsverhalten verursacht werden. Dabei können auch Verkehrsmittel berücksichtigt werden, welche beim Territorialprinzip nicht betrachtet werden (z.B. Flugzeug). Dieser Ansatz wird zum Beispiel bei einer Energiedatenerhebung angewendet.

Über die Anzahl der gemeldeten Fahrzeuge, eine durchschnittliche Kilometerleistung und den Verbrauch kann ein Gesamttreibstoffbedarf abgeschätzt werden. In den ländlichen Gebieten dominiert der motorisierte Individualverkehr (MIV), da hier die Anbindung an das öffentliche Nahverkehrsnetz oft nur unzureichend vorhanden ist.

Durch die Haushaltsbefragung kann auch das Thema Mobilität erfasst werden, um eine Aufstellung über den Modal Split (Wahl des Verkehrsmittels) und den daraus resultierenden Energieverbrauch zu erhalten. Auf nationaler Ebene kann auf die vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik veröffentlichte Studie „Verkehr in Zahlen 2007“ zurückgegriffen werden (Herry Consult GmbH, 2007). Die Studie gibt einen Überblick über die bisherigen Entwicklungen im Verkehrssektor und bietet als Anhaltspunkt Durchschnittswerte zur Grobbilanz einer Gemeinde. Im speziellen Fall für Niederösterreich kann die Mobilitätsbefragung aus dem Jahr 2008 herangezogen werden (HERRY Consult GmbH, 2008).

Besonders schwer zu erfassen ist der Treibstoff- und damit verbundene Energieverbrauch für landwirtschaftliche und industrielle Maschinen, da es hier keine Durchschnittswerte gibt. Hier muss bei einer Erfassung auf die Befragung der Betriebe vertraut werden.

## 2.6 Potenzial

### 2.6.1 Elektromobilität

Für den Ausbau der Elektromobilität müssen noch große Infrastrukturmaßnahmen vorgenommen werden, um ein flächendeckendes Ladesystem bereitstellen zu können. Besonders die eingeschränkte Reichweite von Elektro-KFZ ist neben den höheren Anschaffungskosten noch ein weiterer Hemmer, welcher die Marktdurchdringung bremst. Die Weiterentwicklung, Umsetzung und Einführung der Elektromobilität wird derzeit in zahlreichen Forschungs- und Demonstrationsprojekten initiiert, um mit den gewonnenen Erkenntnissen eine Strategie zur flächendeckenden Umsetzung entwickeln zu können. Das Umweltbundesamt hat dazu eine Szenariostudie zum Thema Elektromobilität in 2020 und 2050 im Auftrag des Verbundes veröffentlicht, in welcher die mögliche Entwicklung der Elektromobilität in Österreich aufgezeigt wird (Pötscher,

### Ist-Zustand Mobilität

Durch die ländliche Lage der Gemeinde und die schlechte Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel ist der motorisierte Individualverkehr (MIV) das Hauptverkehrsmittel (siehe Abbildung 9) in Großschönau. Innerhalb der Gemeinde gibt es nur wenige Arbeitsplätze und daher ist ein Großteil der Bevölkerung zum Auspendeln in andere größere Städte, nach Zwettl, St. Pölten oder Wien gezwungen. Nur ein geringer Teil der Wege wird mit öffentlichen Verkehrsmitteln, mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt.

Der Unterschied der Energiedatenerhebung zu (HERRY Consult GmbH, 2008) kann durch die sehr ländliche Lage der Gemeinde und die dadurch stärkere Abhängigkeit vom motorisierten Individualverkehr als im niederösterreichischen Durchschnitt erklärt werden. Außerdem wurde in der Energiedatenerhebung nicht nach Wochentags- und Feiertagsmobilität unterschieden. In Abbildung 9 wurde der Flugverkehr nicht berücksichtigt, da dieser in (HERRY Consult GmbH, 2008) nicht betrachtet wird. In Tabelle 6 sind die gesamten zurückgelegten Kilometer je Transportmittel inkl. Flugverkehr pro Einwohner und Jahr in Großschönau angegeben.

Die Erhebung in Großschönau hat einen Motorisierungsgrad knapp unter dem österreichischen Durchschnitt ergeben. Diese Zahl ist aber in Frage zu stellen, da der niederösterreichische Mittelwert um 100 PKW/1.000 EW höher liegt als der Wert in Großschönau und die Gemeinde peripher liegt, womit traditionellerweise ein höherer Motorisierungsgrad als im Durchschnitt verbunden ist.

Der hohe Anteil des MIV spiegelt sich daher auch im Treibstoffverbrauch wieder. Beim gesamten Treibstoffverbrauch wird zusätzlich auch der allgemeine Treibstoffbedarf für landwirtschaftliche und betriebliche Zwecke berücksichtigt. Dieser spielt durch die vorhandenen land- und forstwirtschaftlichen Betriebe eine erhebliche Rolle (siehe Abbildung 10).

Der motorisierte Individualverkehr hat einen durchschnittlichen Energieverbrauch von 0,7 kWh/km bzw. 7 l/100km und spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von 210 gCO<sub>2</sub>/km.

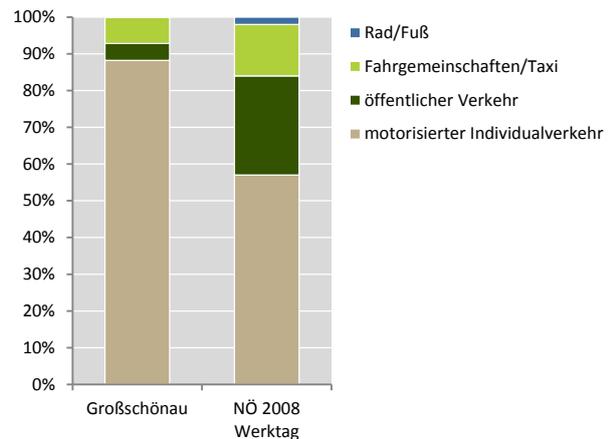


Abbildung 9: Anteile der Verkehrsleistung [Pkm] je Transportmittel in Großschönau und Niederösterreich (HERRY Consult GmbH, 2008)

Tabelle 6: zurückgel. km pro Person und Jahr je Transportmittel

Transportmittel	[km/Pers.a]
motorisierter Individualverkehr	7.600
öffentlicher Verkehr	400
Fahrgemeinschaften/Taxi	600
Flug	300
Rad/Fuß	10
Summe	8.910

Tabelle 7: Motorisierungsgrad im Vergleich (Statistik Austria, 2012)

Region	PKW pro 1.000 Einwohner
Großschönau	520
Niederösterreich	612
Österreich	537

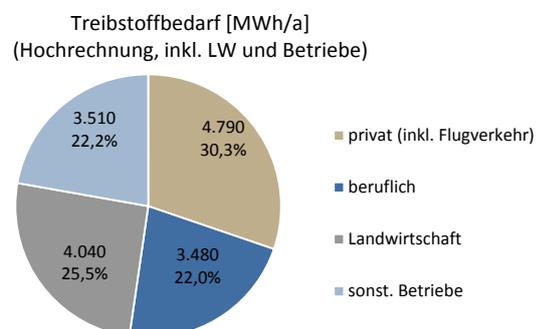


Abbildung 10: Treibstoffbedarf für Mobilität sowie Land- und forstwirtschaftliche Betriebe

Winter, & Lichtblau, 2012).

In diesem Bericht wird eine Durchdringung von Elektrofahrzeugen bis 2020 von 4% und bis 2050 von 75% am gesamten Fahrzeugbestand prognostiziert. Das hat eine Re-

duktion der flüssigen, fossilen Treibstoffe von 31,5 TWh und einen zusätzlichen Bedarf an elektrischer Energie von 9 TWh zur Folge. Um die Emissionsreduktion zu erreichen ist es auch notwendig, die Herkunft der zusätzlich benötigten elektrischen Energie zu berücksichtigen. Wird der Strom für Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt, so werden auch die indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Betrieb des Fahrzeuges minimiert.

Für die ersten Einführungsschritte der Elektromobilität wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie eine „Strategie und Instrumente sowie prioritäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationalen Einführungsplan Elektromobilität“ erarbeitet (BMvit, 2010).

### 2.6.2 Biotreibstoffe

In Österreich steht eine gesamte Ackerfläche von ca. 1,36 Mio ha zur Verfügung. In (Kaltschmitt & Streicher, 2009) werden die potenziellen Ackerflächen für die Energiepflanzenproduktion mit 176.400 ha angegeben und setzen sich aus Brachflächen sowie Flächen mit Überschussproduktion zusammen. Bei der Nutzung der gesamten Fläche könnten 2.500 GWh/a (Rapsöl/Biodiesel), 6.500 GWh/a (Ethanol aus Zuckerrüben) oder 2.850 GWh/a (Ethanol aus Weizen) gewonnen werden. Dieses Potential steht aber in Konkurrenz zu anderen Nutzungsmöglichkeiten für diese Ackerflächen, wie zum Beispiel für Biogas-Substratanbau oder Festbrennstoffe (Kurzumtreibholz, China-Schilf,...). Wird die Flächenkonkurrenz berücksichtigt, so können etwa 1.400 GWh/a an Biotreibstoffen bereitgestellt werden (Kaltschmitt & Streicher, 2009). Bezogen auf den Gesamttriebstoffverbrauch in Österreich von 96.700 GWh/a (2008) machen die Biotreibstoffe mit 1,4% nur einen sehr geringen Anteil aus.

Der reale Biotreibstoffeinsatz in Österreich betrug 2009 ca. 5.300 GWh Biodiesel, 750 GWh Bioethanol und 200 GWh Pflanzenöl (Biomasseverband, 2011). Damit konnte das EU-Ziel zur Substitution von 5,75% an fossilen Treibstoffen übertroffen werden, wobei im Unterschied zum Potenzial nach (Kaltschmitt & Streicher, 2009) auch konventionelle Ackerflächen für die Energiepflanzenproduktion genutzt werden.

## 2.7 CO<sub>2</sub>-Emissionen

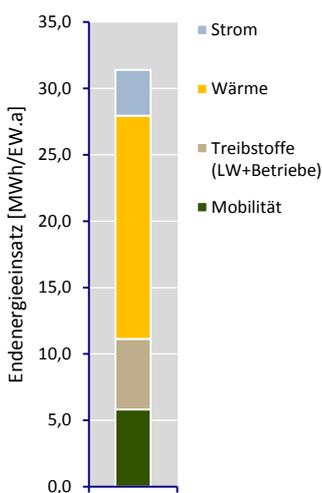
Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen setzen sich aus den erfassten Bereichen Wärme, Strom und Mobilität zusammen. Zur Vervollständigung der gesamten Bilanz durch Berücksichtigung der indirekten Emissionen kommen noch die Bereiche Konsum und Ernährung, bei welchen die Erfassung der Emissionen sehr schwierig ist, da dies sehr stark von den genutzten Produkten und der dahinter liegenden Produktions- und Transportkette abhängig ist. Eine Erhebung der lokalen Ernährungs- und Konsumgewohnheiten kann eine genaue Darstellung der Emissionen aus diesen Bereichen aufzeigen, ist aber mit einem großen Arbeitsaufwand verbunden. Daher wird in diesem Fall in der Regel auf Werte aus der Statistik zurückgegriffen.

Für Energieträger können zwei unterschiedliche Ansätze herangezogen werden. Einerseits können lokale Faktoren verwendet werden, falls lokale Energiequellen und -umwandlungstechnologien genutzt werden. Andererseits besteht zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Gemeinden die Möglichkeit, national oder international gültige Emissionsfaktoren für die Bewertung heranzuziehen.

**Gesamtenergieverbrauch**

Ein Überblick über den gesamten Energieverbrauch und die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen über alle Bereiche (Wärme, Strom und Mobilität) ist in Abbildung 12 und Abbildung 12 gegeben. Der Hauptanteil (50%) am gesamten Endenergieeinsatz macht der Wärmesektor aus. Im Gegensatz dazu ist der Beitrag zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen gering (7%), da zum Großteil erneuerbare Energieträger für die Wärmebereitstellung zum Einsatz kommen. Der Energiebedarf für Mobilität macht ebenfalls einen erheblichen Teil (40%) aus. Am Anteil an den Gesamtemissionen spiegelt sich der fast ausschließliche Einsatz von fossilen Energieträgern wider (74%).

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden die in Tabelle 8 dargestellten Emissionsfaktoren herangezogen. Die Emissionsfaktoren beinhalten nur reine CO<sub>2</sub>-Emissionen für die gesamte Prozesskette der Energieträger. Eine Ausnahme bilden die Emissionsfaktoren von (European Commission, 2010) welche nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nutzung des Energieträgers berücksichtigen.



**Abbildung 12: Endenergiebedarf pro Einwohner aus der Energiedatenbefragung**

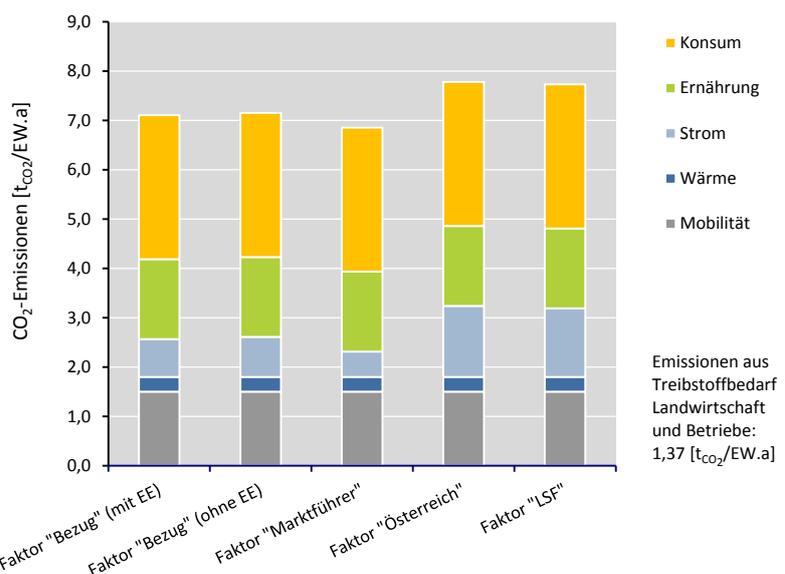
In Abbildung 12 sind für eine vollständige Darstellung alle durch die Energiedatenerhebung erfassten Endenergieeinsätze inkl. Landwirtschaft und Betriebe abgebildet. Pro Einwohner ergeben sich somit CO<sub>2</sub>-Emissionen von 4,4 t/a. Hier unberücksichtigt bleiben aber die Bereiche Konsum und Ernährung. Für diese fehlenden Bereiche werden Werte aus der Statistik herangezogen (Schächtele & Hertle, 2007).

Um Doppelzählungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Energiedatenerhebung und statistischen Werten zu vermeiden, wurden in der Darstellung der Pro-Kopf-Emissionen die erhobenen Emissionen aus der Landwirtschaft und Betriebe durch die österreichischen Durchschnittswerte von Ernährung und Konsum ersetzt. Somit ist eine bessere Vergleichbarkeit zu anderen österreichischen Gemeinden gegeben.

Im Vergleich dazu emittiert laut Treibhausgasbilanz (Umweltbundesamt GmbH, 2012) jeder Österreicher im Durchschnitt 10,2 tCO<sub>2</sub> pro Jahr und liegt damit deutlich über dem lokal erhobenen Wert

**Tabelle 8: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren**

Energieträger	Emissionsfaktor [kgCO <sub>2</sub> /kWh]	Quelle
Kohle	337	(OIB, 2011)
Heizöl	311	
Erdgas	236	
Biomasse	4	
Strom (nationaler Mix)	417	
Strom (Marktführer – EVN Optima)	149	(EVN Energievertrieb GmbH & Co KG, 2012)
Strom (lokaler Bezugsmix)	235	eigene Berechnung
LSF (lokaler Stromfaktor)	403	eigene Berechnung (Formel 1)
HW erneuerbar	51	(OIB, 2011)
Benzin/Diesel (Mittelwert)	258	(European Union, 2010)



**Abbildung 12: CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner in Großschönau**

---

Im Bereich Strom können verschiedene Berechnungsmethoden herangezogen werden, wie im Kapitel 2 erläutert:

- Bezugsmix der verschiedenen Anbieter (nur bei detaillierter Datenerhebung der Strombezugsverträge möglich)
- Bezugsmix des lokalen Marktführers je nach Bundesland/Stadt/Gemeinde
- Nationaler Strommix (OIB, 2011)
- Berechnung des lokalen Stromfaktors (LSF) nach Formel 1



# 3. Schritt: Szenarien entwickeln

Für die Erstellung eines Szenarien- und Maßnahmenplans bedarf es einer sorgfältigen Auswahl, um die effektivsten CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen zu identifizieren und die ökonomische Bewertung durchzuführen. Anhand der CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz können die relevanten Bereiche identifiziert und die Szenarien entsprechend aufgesetzt werden.

## **Annahmen für Großschönau**

Die demografische Entwicklung der Gemeinde Großschönau wurde nicht näher betrachtet. Für die Szenarien wurde die Bevölkerungszahl konstant angenommen und daher basieren alle Berechnungen auf dem derzeitigen Einwohner-, Gebäude- und Fahrzeugbestand.



**Wärmeszenarien**

Die Wärmebereitstellung macht den größten Anteil am Endenergiebedarf in der Gemeinde aus, jedoch wird dieser bereits durch einen großen Anteil aus erneuerbaren Ressourcen gedeckt (siehe Kapitel „Wärme“) und hat damit nur einen geringen Beitrag zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde. Trotzdem ist es notwendig, durch thermische Sanierung den Wärmeenergieeinsatz zu verringern und alle Heizungen auf erneuerbare Energieträger umzustellen. Mit der Reduktion des Wärmeenergieeinsatzes kann der Import von Brennstoffen reduziert und somit die Abhängigkeit von externen Lieferanten verringert werden.

**Lokaler Stromfaktor**

Für alle weiteren Berechnungen im Sektor Strom wurde der lokale Stromfaktor (LSF) herangezogen, um die Vergleichbarkeit mit anderen Gemeinden sicherzustellen.

**Verkehrsszenarien**

Durch die periphere Lage und die schlechte Anbindung der Gemeinde an das öffentliche Verkehrsnetz tragen die durch den motorisierten Individualverkehr verursachten Emissionen mit einem Anteil von 75% wesentlich zu den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde bei. Die ländliche Struktur erschwert es, eine attraktive und finanzierbare öffentliche Verkehrsverbindung aufzubauen und zu erhalten. Da der Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Bereich verursacht wird ist es notwendig, hier verschiedene Möglichkeiten aufzuzeigen, den Treibhausgasausstoß im Verkehrssektor zu senken.

## 3.1 Bereich Wärme

Die Sektoren Raumwärme und Warmwasserbereitstellung haben einen Anteil von ca. 30% am Endenergieeinsatz in Österreich. Davon werden nur ca. 40% aus erneuerbaren Ressourcen bereitgestellt (Statistik Austria, 2011). Zur Senkung der entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen trägt vor allem eine deutliche Reduktion des Wärmeenergieeinsatzes durch umfassende (thermische) Sanierung von Wohn- und Betriebsgebäuden sowie kommunalen Einrichtungen bei. Zusätzlich zur Verringerung des Wärmeenergieeinsatzes ist es notwendig, die alten Heizungsanlagen auf fossiler Brennstoffbasis auf den Einsatz erneuerbarer Technologien umzustellen und somit einen weiteren Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung zu leisten.

## 3.2 Bereich Strom

Je nachdem welcher Ansatz für die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gewählt wird, fallen diese unterschiedlich hoch aus. Im Bereich Strom besteht ausreichend Potential, den Strombedarf zu senken und erneuerbare Energieträger einzusetzen (siehe Kapitel 2). Bei ausreichenden Strombereitstellungskapazitäten aus erneuerbaren Energien kann eine mögliche Überproduktion als CO<sub>2</sub>-Gutschrift für die Gemeinde verbucht werden.

## 3.3 Bereich Verkehr

Auf den gesamten Endenergieeinsatz von Österreich bezogen hat der Verkehrssektor einen Anteil von etwas mehr als 30%. Aufgrund der Tatsache, dass fast ausschließlich fossile Energien eingesetzt werden, hat der Verkehrssektor auch einen großen Anteil an den Treibhausgasemissionen. Es besteht daher besonderer Handlungsbedarf in diesem Sektor, die Energieeffizienz zu erhöhen und einen Umstieg auf erneuerbare Energieträger vorzunehmen.

## 3.4 Szenario 0 – Energieeffizienz

Das Szenario 0 stellt die Basis für alle weiteren Schritte dar, da es die grundlegende Maßnahme (Energieeffizienz) darstellt. Um auch die nur in beschränktem Ausmaß zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energieträger optimal einzusetzen ist es unerlässlich, vor der Umstellung die Effizienz zu erhöhen. Auch schon bestehende Systeme, welche mit erneuerbaren Energien betrieben werden, sollen in ihrer Effizienz verbessert werden.

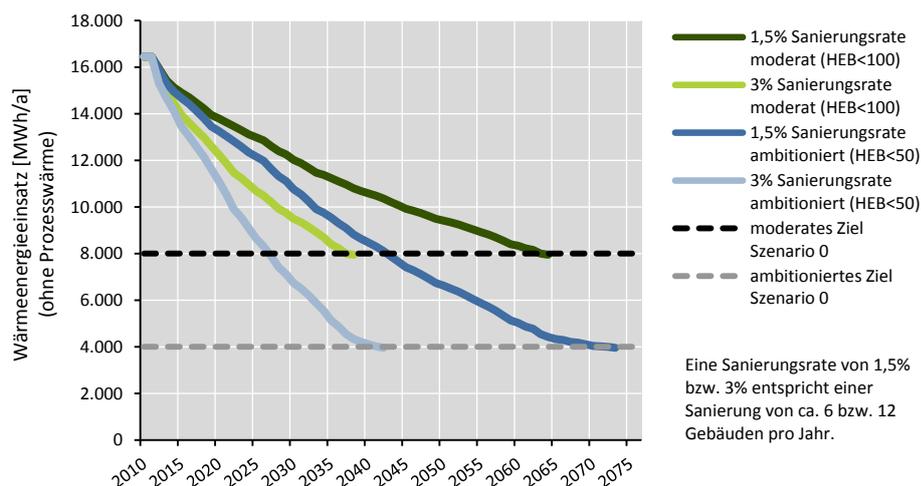
Beispielhaft stehen dafür hochwertige thermische Gebäudesanierungen, Einsatz effizienter Geräte sowie Nutzerschulungen und Bewusstseinsbildung. Bei einer derzeitigen durchschnittlichen Sanierungsrate für eine umfassende thermische Sanierung von unter 1% pro Jahr (Umweltbundesamt, 2011) würde eine Sanierung des bestehenden Altbestandes mehr als 50 Jahre dauern. Daher ist es notwendig, wie auch in verschiedenen Energie- und Klimaschutzstrategien gefordert (vgl. (Umweltbundesamt, 2011), (Nö Landesregierung, 2009)), diese Sanierungsrate deutlich zu steigern, um die nötigen Endenergieeinsparungen möglichst rasch zu erreichen, den kompletten Umstieg auf erneuerbare Energien zu ermöglichen und auch diese möglichst effizient zu nutzen.

Eine weitere sinnvolle und notwendige Maßnahme ist die Reduktion des Strombedarfs. Eine Untersuchung von durchschnittlich in einem Haushalt verwendeten elektrischen Geräten, Anwendungen und Beleuchtungskörpern hat gezeigt, dass für die betrachteten Gerätegruppen ein Einsparungspotential von bis zu 50% möglich ist, falls der Altgerätebestand durch die neueste Generation an energieeffizienten Geräte ersetzt wird. In (IWU, 2009, p. 9) wird von einem möglichen Einsparungspotenzial im Haushaltsstrombedarf durch Ersatzanschaffungen von 30% ausgegangen, wobei hier ein verändertes Nutzerverhalten noch unberücksichtigt bleibt.

### Szenario Energieeffizienz

Für Großschönau wurden zwei unterschiedliche Fälle (moderat und ambitioniert) betrachtet, mit welcher Qualität die thermischen Gebäudesanierungen durchgeführt werden. Dabei werden jeweils 2 verschiedenen Sanierungsraten von 1,5% und 3% berücksichtigt. Bei der moderaten Sanierung wird der derzeitige durchschnittliche Heizenergiebedarf von 195 kWh/m<sup>2</sup>.a auf unter 100 kWh/m<sup>2</sup>.a gesenkt. Dabei wird der Wärmeeinsatz für Gebäude zwischen 100 und 200 kWh/m<sup>2</sup>.a um die Hälfte reduziert und für Gebäude mit einem Wärmeeinsatz über 200 kWh/m<sup>2</sup>.a auf 100 kWh/m<sup>2</sup>.a reduziert. Im zweiten Fall der ambitionierten Sanierung wird der spezifische Heizenergiebedarf auf durchschnittlich unter 50 kWh/m<sup>2</sup>.a reduziert.

Mit diesen beiden Sanierungsvarianten kann das technisch mögliche Reduktionspotenzial im Wärmebedarf von Gebäuden aufgezeigt werden. In Abbildung 13 ist der zeitliche Verlauf der vier ausgewählten Sanierungsszenarien aufgezeigt, wobei zuerst mit der Sanierung von Gebäuden mit dem höchsten spezifischen Heizenergiebedarf angefangen wird. Daher fällt der gesamte Wärmebedarf zu Beginn schneller ab, als am Ende der Sanierungen. Bei einer Sanierungsrate von 1,5% bzw. 3% werden ca. 6 bzw. 12 Gebäude pro Jahr am Gebäudebestand in Großschönau thermisch saniert. Je nach Szenario ist der Gebäudebestand nach ca. 25 bis 50 Jahren auf dem jeweils angestrebten energetischen Standard saniert.



**Abbildung 13: Vergleich der 4 Sanierungsszenarien**

Bei der Effizienzsteigerung im Strombereich wird das mögliche Einsparungspotenzial aus (IWU, 2009) zu Grunde gelegt. Die darin dargestellte Strombedarfsreduktion von 30% soll bis 2050 erreicht werden und entspricht in diesem Fall einer jährlichen Strombedarfsreduktion von 0,9%. Da durch die Energiedatenerhebung keine genaue Trennung des Strombedarfs in den Haushalts- und Gewerbesektoren möglich war, wird dieses Reduktionspotenzial auf den gesamten Strombedarf von Großschönau aufgeteilt.

#### Szenario Wärmebereitstellung

Großschönau hat in diesem Punkt schon einen großen Vorsprung, da fast das gesamte Energiesystem zur Bereitstellung thermischer Energie schon jetzt auf biogenen Brennstoffen basiert (vgl. Tabelle 3). Die derzeit noch vorhandenen Heizkessel auf Basis fossiler Brennstoffe werden durch den nach der thermischen Sanierung notwendigen Heizkesseltausch auf erneuerbare Energieträger umgestellt. Die Energiedatenerhebung hat außerdem gezeigt, dass  $\frac{2}{3}$  der Haushalte fossile und erneuerbare Energiesysteme parallel betreiben, was eine generelle Umstellung auf erneuerbare Energien noch leichter macht.

#### Szenario Solarenergie

Für das Szenario 2 in Großschönau werden thermische Solaranlagen für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung betrachtet. Anhand des identifizierten Solarthermiepotenzials werden die thermischen Solaranlagen zusammen mit dem Heizkesseltausch auf den Gebäuden installiert, unter der Voraussetzung, dass derzeit noch keine Anlage vorhanden ist. Die durchschnittlich installierte Größe über alle Gebäude beträgt 18 m<sup>2</sup>. Theoretisch kann ein Anteil der solaren Wärme am gesamten Heizenergiebedarf von 20% bei moderater thermischer Sanierung bzw. 35% bei ambitionierter Sanierung erreicht werden, falls alle Gebäude gemäß des technischen Potentials (siehe Kapitel „Wärme“) eine solarthermische Anlage installieren.

### 3.5 Szenario 1 – Wärmebereitstellung: Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger (vorrangig Biomasse) unter Beachtung der Energieeffizienz

Nach oder mit einer thermischen Gebäudesanierung muss auch die Energiebereitstellung an den neuen Wärmebedarf angepasst werden. Alte und nach der Sanierung überdimensionierte Heizkessel arbeiten dann meist nur im Teillastbetrieb und daher mit einem schlechten Wirkungsgrad, wobei die angestrebten Einsparungen nicht erreicht werden können. Bei einer Ersatzanschaffung von überdimensionierten oder veralteten Heizungsanlagen sollte nach Möglichkeit auf erneuerbare Energieformen gesetzt werden, um den Treibhausgasausstoß weiter zu verringern. Falls das Wärmeverteilungssystem im Gebäude nicht erneuert oder verändert wird, ist darauf zu achten, dass der neue Heizkessel dem Gesamtsystem angepasst ist und die geforderten Vorlauftemperaturen effizient bereitstellt.

Als alternative Energieträger werden biogene Brennstoffe, Solarenergie sowie auch Wärmepumpen angesehen. Im Falle einer Wärmepumpe muss die Wärmequelle und die geforderte Vorlauftemperatur gemeinsam mit der Arbeitszahl betrachtet und aufeinander abgestimmt werden. Bei einer Wärmepumpe sind die durch den Stromverbrauch indirekt verursachten Treibhausgasemissionen in die Gesamtbetrachtung mit einzubeziehen.

### 3.6 Szenario 2 – Solarenergie (thermisch)

Thermische Solarenergie kann sowohl für Warmwasser als auch für Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Außerdem kann diese in Speichern kurzzeitig für einige Tage bis zu mehrere Monate in saisonalen Langzeitspeichern gespeichert werden. Als Szenario 2 werden daher solarthermische Kollektoren vorrangig auf Dachflächen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung betrachtet. In diesem Szenario werden die übrig gebliebenen Dachflächen dem theoretischen Photovoltaikpotenzial überlassen.

### 3.7 Szenario 3 – Photovoltaik

Photovoltaik ist auf geeigneten Dachflächen installierbar, steht aber in unmittelbarer Flächenkonkurrenz zur Solarthermie. Es ist daher sinnvoll als Vergleichsszenario die flächendeckende und ausschließliche Nutzung der Photovoltaik auf den geeigneten Dachflächen zu betrachten und dieses Szenario mit Szenario 2 zu vergleichen.

Bei einer größeren Anzahl an Photovoltaikanlagen kann es ggfls. zu einer Überlastung des lokalen Stromnetzes kommen. Um diese Schwankungen besser auszugleichen und sogar nutzen zu können ist es notwendig, Smart-Grid-Ansätze basierend auf der Integration von Speichertechnologien und Demand-Side-Management-Maßnahmen (DSM) zu verfolgen. Eine Analyse des elektrischen Netzes und der Erarbeitung von Begleitmaßnahmen bei der Installation von PV-Anlagen ist nicht explizit Bestandteil dieses Leitfadens für „CO<sub>2</sub>-neutrale Gemeinden im ländlichen Raum“.

### Szenario Photovoltaik

Für die Betrachtung in Großschönau wurde eine Standard-Photovoltaikanlage definiert und diese für alle weiteren Emissions- und Kostenrechnungen verwendet.

Installierte Leistung	3 kWp/Anlage
Dachfläche	24 m <sup>2</sup> /Anlage
Ertrag	3.000 kWh/Anlage.a

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden zwei unterschiedliche Varianten betrachtet. Im einen Fall wurden 10 Anlagen pro Jahr und im zweiten Fall 20 Anlagen pro Jahr auf den Dächern von Großschönau installiert. Es können natürlich auch Großanlagen statt vieler kleiner installiert werden, aber das Szenario geht als Berechnungsgrundlage von einer durchschnittlich förderbaren Anlage für Einfamilienhäuser aus.

Aus Szenario 2 und 3 ergeben sich für Großschönau folgende Anteile der Nutzung des Gesamtpotenzials der geeigneten Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik.

**Tabelle 9: Anteile der Solarthermie und Photovoltaik am Gesamtflächenpotenzial**

Gesamtpotenzial: 76.655 m <sup>2</sup>	Entwicklungspfad A		Entwicklungspfad B	
	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[m <sup>2</sup> ]	[%]
Solarthermische Anlagen	2.948	4%	5.507	7%
Photovoltaik	9.360	12%	18.720	24%

### Szenario Verkehr und Mobilität

Für Großschönau wurde im Rahmen dieses Leitfadens „CO<sub>2</sub>-neutrale Gemeinden im ländlichen Raum“ kein Mobilitätsszenario erarbeitet. Für die Zukunft ist es aber von großer Bedeutung ein solches Konzept zu erstellen und dessen Umsetzung in Angriff zu nehmen.

Im speziellen wurden für Großschönau die Auswirkung von Elektrofahrzeugen auf Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen näher betrachtet. Im Bereich Elektromobilität existieren noch immer zahlreiche Hemmnisse (geringere Reichweite, höhere Kosten, fehlende Infrastruktur...). Für Großschönau wird der Anstieg in der Anschaffung von Elektrofahrzeugen mit einem Fahrzeug pro Jahr angenommen. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Nutzungsdauer von 10 Jahren ergibt sich bis 2050 ein Anteil von ca. 50% Elektrofahrzeugen am Gesamtfahrzeugbestand. Dieser liegt noch immer um 25% unter dem prognostizierten Wert aus dem Elektromobilitätsszenario von (Pötscher, Winter, & Lichtblau, 2012). Mit steigendem Anteil von Elektrofahrzeugen steigt auch der Strombedarf in der Gemeinde an, welcher mit dem jeweiligen lokalen Stromfaktor (LSF) zur Emissionsberechnung berücksichtigt wird. Je nach lokal installierten erneuerbarer Strombereitstellungskapazitäten ändern sich der LSF und damit auch die erzielten CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen durch Elektrofahrzeuge.

Über die Elektromobilität hinaus wird als zweite Maßnahme zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion die Substitution von fossilen Treibstoffen durch Biotreibstoffe betrachtet. Wird zum Beispiel Raps genutzt besteht das Problem, dass durch die Selbstunverträglichkeit dieser nur alle 5 Jahre am selben Feld angepflanzt werden kann (Biomasseverband, 2007). Um einen jährlich gleichbleibenden Ertrag bereitzustellen können bei Raps maximal 20% der verfügbaren Agrarfläche genutzt werden. Mit der Beimischung des so gewonnenen Biodiesels zum Treibstoffbedarf können die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen [gCO<sub>2</sub>/km] gesenkt werden.

Eine weitere Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich zu senken, ist der Einsatz von effizienteren Fahrzeugen, welche einen deutlich geringeren Treibstoffbedarf zum derzeitigen Fahrzeugbestandes aufweisen. Der derzeitige Durchschnittsverbrauch liegt bei ca. 7 l/100km und kann nach (DAT GmbH, 2012) bei heute am Markt verfügbaren Kraftfahrzeugen schon auf die Hälfte reduziert werden.

Bei der Betrachtung von CO<sub>2</sub>-Emissionen hat die Installation von PV-Anlagen einen direkten Einfluss auf den lokalen LSF, da der Anteil an lokal bereitgestellte elektrische Energie aus erneuerbaren Energiequellen gesteigert wird. Eine Verringerung des LSF

wirkt sich auf den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde aus, wobei zukünftige Installationen von erneuerbaren Energien durch den verbesserten LSF dann mit einem geringeren Emissionsvermeidungspotential bewertet werden.

### 3.8 Szenario 4 – Verkehr/Mobilität

In den meisten ländlichen Gemeinden spielt der motorisierte Individualverkehr und der damit verbundene fossile Energieeinsatz und die Treibhausgasemissionen eine große Rolle, ist aber gleichzeitig auch eines der schwierigsten Themengebiete in der Erarbeitung von Maßnahmen. Ohne Nähe zu einem schienengebundenen Transportsystem oder zum hochrangigen Straßennetz ist es schwierig, ein gutes Angebot an öffentlichen Verkehr kosteneffizient anzubieten. Zur Betrachtung der unterschiedlichen Möglichkeiten, die bestehende Mobilität effizienter zu gestalten und eine Veränderung des Modal Split zu betrachten, sind eigene Potenzialstudien, Mobilitätskonzepte und Umsetzungspläne zu erarbeiten.

Bei einem gegebenen Modalsplit können auch Treibstoffe substituiert werden. Für folgende Bereiche können Abschätzungen zum sich ergebenden Energieeinsatz getroffen werden: Elektromobilität, Biotreibstoffe und effizientere Verbrennungskraftfahrzeuge.

### 3.9 Szenario 5 – Konsum/Ernährung

Für Konsum- und Ernährungsgüter können in der Regel nur pauschale Emissionswerte angenommen werden, da eine genaue Erhebung über den Ist-Zustand und der möglichen Reduktionspotentiale dieser Bereiche und der unterschiedlichsten Vorketten einen großen Arbeitsaufwand bedeuten würde, basierend auf eine detaillierte Erhebung der Konsum- und Ernährungsgewohnheiten der lokalen Bevölkerung.

#### Szenario Konsum und Ernährung

Zur weiteren Betrachtung dieser beiden Bereiche wurde ausgehend von den Werten der Studie „CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Bürgers“ (Schächtele & Hertle, 2007) eine pauschale Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 angenommen. Die Emissionen für Konsum und Ernährung können jeweils um ca. 20% gesenkt werden, wobei hier das Potential sicherlich noch nicht ausgeschöpft ist. Über die Ist-Situation und die Reduktion des Energiebedarfes in diesem Bereich stehen aber keine Informationen zur Verfügung und bleiben daher unberücksichtigt (Schächtele & Hertle, 2007).

	Vorher	Nachher
<b>Konsum</b>	2,92 tCO <sub>2</sub> /EW.a Preisorientiertes Kaufverhalten, durchschnittliche Menge, 2 bis 4 Wochen Hotelübernachtungen im Jahr	2,32 tCO <sub>2</sub> /EW.a Sparsames Kaufverhalten mit Blick für langlebige Produkte, weniger als 2 Wochen Hotelübernachtungen im Jahr
<b>Ernährung</b>	1,62 tCO <sub>2</sub> /EW.a Mischkost, teilweise regionale und saisonale Produkte, teilweise Ökoprodukte.	1,42 tCO <sub>2</sub> /EW.a Fleischreduzierte Kost und hauptsächlich regionale, saisonale sowie Ökoprodukte

# 4. Schritt: Analyse und Auswahl durchführen

Auf den Ergebnissen der vorhergehenden Schritte kann nun eine Analyse und Auswahl der Optionen durchgeführt werden.

## 4.1 Bewertungsszenarien festlegen

Aus den unterschiedlichen themenspezifischen Szenarien wurden zwei verschiedene Entwicklungspfade ausgewählt sowie deren CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion und ökonomische Aufwände bewertet.

Eine ökologische und ökonomische Betrachtung der Szenarien ist notwendig, um die Maßnahmen und Entwicklungspfade mit dem größten Kosten-Nutzen-Verhältnis identifizieren zu können. Dazu wurden im Projekt folgende Bewertungsparameter als Ausgangslage für die ökonomische Analyse definiert.



### Entwicklungspfade für Großschönau

Die folgende Tabelle 10 zeigt den Unterschied zwischen den beiden theoretischen Entwicklungspfaden für die Gemeinde Großschönau.

	Entwicklungspfad A	Entwicklungspfad B
<b>Thermische Gebäudesanierung</b>	< 100 kWh/m <sup>2</sup> .a	< 50 kWh/m <sup>2</sup> .a
<b>Heizkesseltausch</b>	Nach thermischer Sanierung, wenn Heizkessel älter als 20 Jahre ist.	
<b>Thermische Solaranlagen</b>	Bei 50% des Heizkesseltausches	Bei 100% des Heizkesseltausches
<b>Photovoltaikanlagen</b>	10 neue Anlagen zu je 3 kWp pro Jahr	20 neue Anlagen zu je 3 kWp pro Jahr
<b>Elektro-PKW</b>	Anschaffung von je einem Elektro-PKW mehr als im Vorjahr (beginnend mit einem in 2012)	
<b>Stromverbrauchsreduktion</b>	-0,3% pro Jahr	-0,9% pro Jahr
<b>Effiziente PKW</b>	Bis 2050 benötigen alle PKW mit Verbrennungskraftmaschinen nur die Hälfte des Treibstoffes	
<b>Biotreibstoffe</b>	10% der Agrarfläche wird für Biotreibstoffe genutzt	20% der Agrarfläche wird für Biotreibstoffe genutzt

**Tabelle 10: Entwicklungspfade zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in Großschönau**

Die Maßnahmen richten sich auf die von der Energiedatenerhebung erfassten Energieeinsätze und den daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für den Bereich Treibstoffe für Landwirtschaft und Betriebe konnten keine geeigneten Maßnahmen oder Reduktionspotenziale identifiziert werden.

Für die Reduktion im Bereich von Konsum und Ernährung kann nur auf Studien zurückgegriffen werden, welche ein mögliches Emissionsreduktionspotential für diese Bereiche aufzeigen. Für die zwei Entwicklungspfade wird das aus der Studie entnommene Einsparungspotenzial von ca. 20% angenommen.

#### 4.1.1 Musterhaus

Für die ökonomische Betrachtung der thermischen Gebäudesanierung wurde ein Musterhaus „Großschönau“ (Tabelle 11) definiert, anhand dessen die Kosten für zwei unterschiedliche Sanierungsvarianten berechnet wurden. Die Größe und der durchschnittliche Wärmeenergieeinsatz des Hauses wurden anhand der erhobenen Daten zusammengestellt. Um die geforderte thermische Qualität der Außenhülle für die beiden Sanierungsvarianten zu ermitteln, wurden mit dem Softwarepaket ArchiPHYSIK 9 Energieausweise der Mustergebäude berechnet. Die durchschnittlichen 232 m<sup>2</sup> Bruttogeschosßfläche (BGF) wurden auf 2 Stockwerke gleicher Größe aufgeteilt und daraus die Gebäudehüllflächen ermittelt.

<b>Bruttogeschosßfläche</b>	232	[m <sup>2</sup> ]
<b>Fensterfläche</b>	23	[m <sup>2</sup> ]
<b>Fassadenfläche</b>	236	[m <sup>2</sup> ]
<b>oberste Geschosßdecke</b>	116	[m <sup>2</sup> ]
<b>Fußboden zum Keller (unbeheizt)</b>	116	[m <sup>2</sup> ]
<b>Bruttovolumen</b>	696	[m <sup>3</sup> ]

**Musterhaus in  
Großschönau**

**Tabelle 11: Geometrie Mustergebäude "Großschönau"**

### 4.1.2 CO<sub>2</sub>-Gutschrift aus dem Wald

Um indirekt verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Konsum, Ernährung, aber auch Strombezug zu kompensieren, können Waldflächen oder Überproduktion an erneuerbaren Energien herangezogen werden. Nicht genutzte oder wachsende Waldflächen können CO<sub>2</sub>-Emissionen binden, welche durch andere Handlungen verursacht wurden.

Durch die Reduktion des Heizwärmeenergieeinsatzes durch die thermische Sanierung wird vor allem erneuerbare Energie (Holz) eingespart und trägt daher wenig zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion bei. Der daraus resultierende sinkende Holzverbrauch hat jedoch zur Folge, dass nach einigen Jahren nicht mehr die gesamte zur Verfügung stehende (jährlich zuwachsende) Holzmenge in der Gemeinde genutzt wird. Die nachwachsende, aber nicht genutzte Holzmenge steht damit als CO<sub>2</sub>-Speicher zur Verfügung und kann andere indirekte Emissionen kompensieren. Pro Hektar Wald können somit durchschnittlich 13 t<sub>CO2</sub> pro Jahr gutgeschrieben werden (Stiftung Unternehmen Wald, 2012). Die Auswirkungen der Gutschrift sind in den Ergebnissen der Entwicklungspfade A und B für Großschönau (vgl. Abbildung 14 und Abbildung 15) ersichtlich

### 4.1.3 CDM/JI-Projekte zur Abdeckung der verbleibenden Emissionen

Falls die Möglichkeiten zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die gewählten Entwicklungspfade nicht ausreichen, um die in der Gemeinde verursachten Emissionen auf Null zu senken, werden in die Bewertung internationale Modelle zum Ankauf von Emissionsreduktionen aufgenommen. Dieser werden als Clean Development (CDM) Strategien und Joint Implementation Projekte (JI) bezeichnet und repräsentieren effiziente CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen in Drittländern, welche durch externe Investorenländer ermöglicht werden. Entsprechende CO<sub>2</sub>-Zertifikate werden dazu ausgegeben und könnten der Gemeinde Großschönau bei entsprechender Finanzierung angerechnet werden. Inwieweit solche Maßnahmen langfristig geeignet sind, wird im Abschnitt Empfehlungen für Großschönau diskutiert.

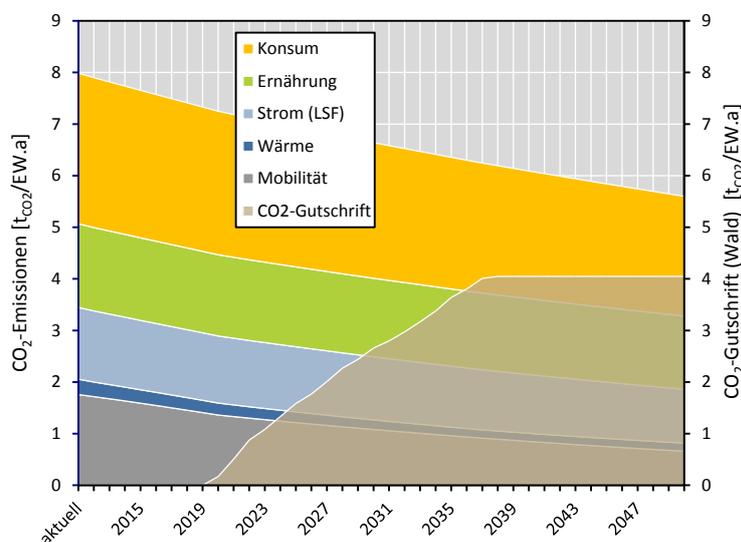


Abbildung 14: Entwicklungspfad A, CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf in Großschönau

#### Ergebnisse für Entwicklungspfad A der Gemeinde Großschönau

Abbildung 14 zeigt für Großschönau die Ergebnisse der aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner sowie deren Reduktion bis 2050, wenn die in Kapitel 3 beschriebenen Maßnahmen umgesetzt werden. Emissionen, welche durch Landwirtschaft und Industrie verursacht werden, wurden durch die Rubriken Konsum und Ernährung berücksichtigt. Zudem ersichtlich sind CO<sub>2</sub>-Gutschriften, welche durch regional nachwachsende, aber nicht regional verfeuerte Biomasse entstehen. In Summe kann mit den alleinigen Maßnahmen des Pfades A sowie der CO<sub>2</sub>-Gutschrift keine Nullemissionsstadt erreicht werden. Eine zusätzliche Kompensation durch CDM oder JI-Projekt wäre daher eine Option zur Erreichung dieses Ziels.

### Ergebnisse Entwicklungspfad B der Gemeinde Großschönau

Im Gegensatz zu Entwicklungspfad A kann mit dem ambitionierten Pfad B das Nullemissionsziel erreicht werden, wie in Abbildung 15 illustriert wird. Erreicht wird dies vor allem durch ambitionierte Gebäudesanierung sowie vermehrter Installation von Solarthermieanlagen, da dadurch weitere CO<sub>2</sub>-Gutschriften entstehen können. Somit wäre für Großschönau durch das betrachtete Maßnahmenbündel eine Nullemissionsregion etwa ab dem Jahr 2033 erreichbar.

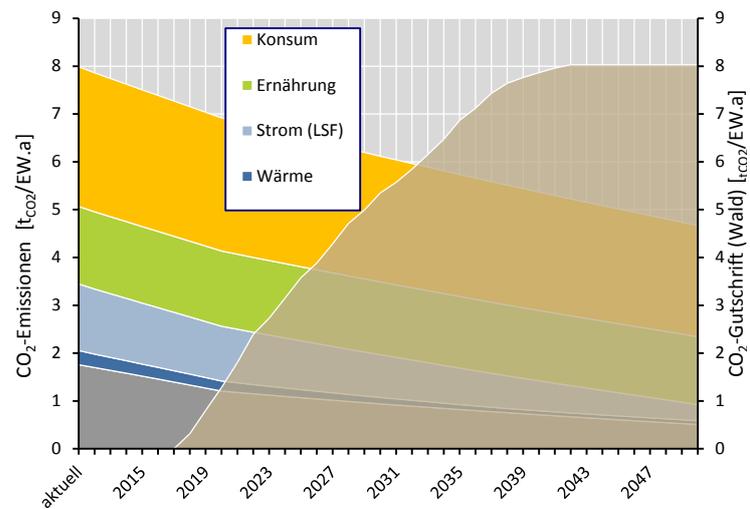


Abbildung 15: Entwicklungspfad B, CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf in Großschönau

## 4.2 Kostenparameter ermitteln

Für die zuvor dargestellten Szenarien sind in einem weiteren Schritt die relevanten Kostenparameter zu erheben und mit fundierten Referenzen zu argumentieren. Von Interesse sind hier vor allem:

- Investitionskosten, welche als Fixkosten der Umsetzung einer Maßnahme auftreten
- Betriebskosten,
- Einsparungen, welche den finanziellen Nutzen, z.B. durch Energieeinsparung quantifizieren

Entsprechend ist auch die zukünftige Entwicklung dieser Parameter zu ermitteln bzw. abzuschätzen. Dies beinhaltet Informationen von Technologieanbietern sowie wissenschaftliche Beiträge zu Kosten, um die einzeln vorgesehenen Maßnahmen der Szenarien ökonomisch abbilden zu können. Der folgende Abschnitt zeigt dies beispielhaft für die Errichtung von PV-Anlagen in Großschönau. Für die Beschreibung aller Parameter, welche für die Bewertung in Großschönau erhoben wurden, sei auf (Hutterer, 2012) verwiesen.

Nach (Bernreuter, 2002) kann in den nächsten Jahrzehnten mit jährlichen Preisreduktionsraten zwischen 1,2 und 6% gerechnet werden wie in Tabelle 13 dargestellt wird. Zuzufolge der jährlichen Kostendegression von über 15% zwischen 2008 und 2010 (Biermayr, et al., 2011) können diese Reduktionsraten als konservative Schätzung klassifiziert werden und dienen daher als Basis für die Berechnungen.

## 4.3 Bewertungsmethodik festlegen

Um die Kosten und die Einsparungen einer einzelnen CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahme für die gesamte Lebensdauer zu ermitteln, kann das in Abbildung 16 dargestellte Verfah-

ren angewendet werden. Hierbei werden die Kosten und Einnahmen einer jeden installierten Erzeugeranlage (z.B. Photovoltaik) oder Energieeinsparungsmaßnahme (z.B. Gebäudesanierung) anhand der Barwertmethode - entsprechend dem Jahr in dem sie auftreten - diskontiert und jeweils zu einem gesamten Nettobarwert kumuliert (entspricht als Summe den grauen, blauen und grünen Balken im Jahr 2012).

#### Kostenparameter Großschönau als Beispiel

Jedes der Gebäude, welches neben der Installation einer Solarthermieanlage auch ausreichend nutzbare Dachflächen für eine Photovoltaikanlage zur Verfügung stellt, kann mit einer 3 kWp Anlage im Netzparallelbetrieb ausgestattet werden. Es werden 4 verschiedene Ausbauraten betrachtet: 5, 10 (Entwicklungspfad A), 15 und 20 (Entwicklungspfad B) Anlagen pro Jahr.

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Kostenrecherche nach (Hutterer, 2012) dargestellt.

**Tabelle 12: Investitionskosten Photovoltaik**

Bezeichnung	Spitzenleistung		Investitionskosten	
Komplettpaket 1	2,88	[kWp]	2.670	[€/kWp]
Komplettpaket 2	3,84	[kWp]	2.600	[€/kWp]
Komplettpaket 3	3,00	[kWp]	3.600	[€/kWp]

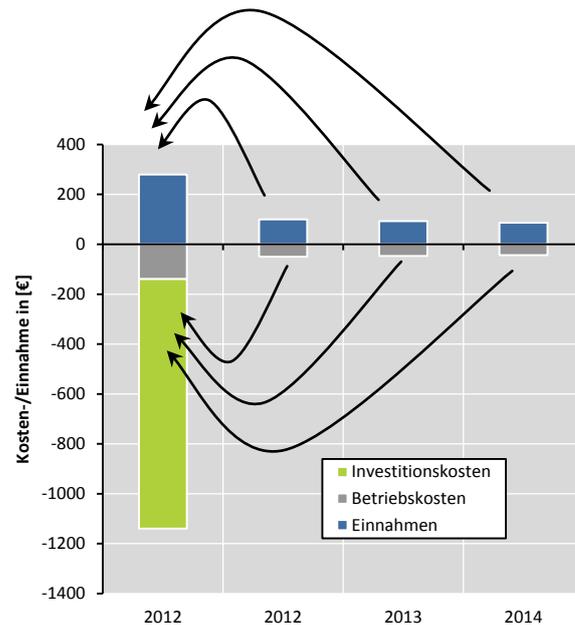
Bei den Kosten von Photovoltaikanlagen zeigt sich die rasante Marktentwicklung deutlich in den aktuellsten Anschaffungspreisen. Bei diesen handelt es sich um Komplettpaketpreise (Komplettpaket 1&2 der Firma Raymann, Komplettpaket 3 der Firma Sonntec) die für Anlageninstallationen für den Netzparallelbetrieb gelten, sofern keine erschwerenden Umstände hinzukommen. Um einen möglichst aktuellen Preis für Photovoltaikanlagen zu erhalten wurden diese Komplettpaketpreise herangezogen und daraus ein Mittelwert gebildet. Hieraus ergeben sich Investitionskosten in der Höhe von 2.959 €/kWp. Für die weiteren Berechnungen werden zur Vereinfachung Kosten in der Höhe von 3.000 €/kWp angesetzt. Eine Anlage mit einer Spitzenleistung von 3 kWp kostet somit 9.000 €.

**Tabelle 13: Jährliche Kostenreduktionsrate Photovoltaik (vgl. (Bernreuter, 2002))**

Zeitraum	Jährliche Reduktionsrate
2010-2020	6,7%
2020-2030	3,5%
2030-2040	1,6%
2040-2050	1,2%

Die Betriebskosten für PV-Anlagen liegen nach (Jäger, et al., 2011) bei 30-42 €/kWp\*a. Diese werden daher mit 36 €/kWp\*a angesetzt. Da ein Großteil der Hersteller auf PV-Module eine Leistungsgarantie gibt, bei der nach 25 Jahren eine Wirkungsgradreduktion von nicht mehr als 20% gewährleistet wird, wird eine Lebensdauer von 25 Jahren für die Bewertungen angesetzt. Weiters wird ein jährlicher Energieertrag von 1.000 kWh/kWp\*a angenommen, um die jährlichen Einsparungen bzw. Einnahmen zu ermitteln.

Da die überwiegende Mehrheit der Bewohner Großschönaus (91%) den Strom zum Tarifmodell „EVN Optima Strom“ bezieht, wird der Tarif „EVN Optima Strom midi“ für die Bewertung des verbrauchten bzw. substituierten Stroms herangezogen. Die Substitution der elektrischen Energie kommt durch den Eigenverbrauch (20% in der Bewertung) des solar erzeugten Stroms zustande. Nach (EVN, 2012) belaufen sich die Kosten in diesem Fall auf etwa 17 €/Ct/kWh. Der durch die PV-Anlagen eingespeiste Strom (entspricht der Erzeugung weniger dem Eigenverbrauch) liefert unter dem Tarifmodell „EVN Optima SonnenStrom“ innerhalb der ersten 10 Jahre einen Ertrag von 9,47 €/Ct/kWh brutto (EVN, 2012). Nach Ablauf dieses Zeitraums kann der eingespeiste Strom zum Marktpreis verkauft werden. Dieser beträgt nach (E-Control, 2012) derzeit 6,27 €/Ct/kWh brutto.



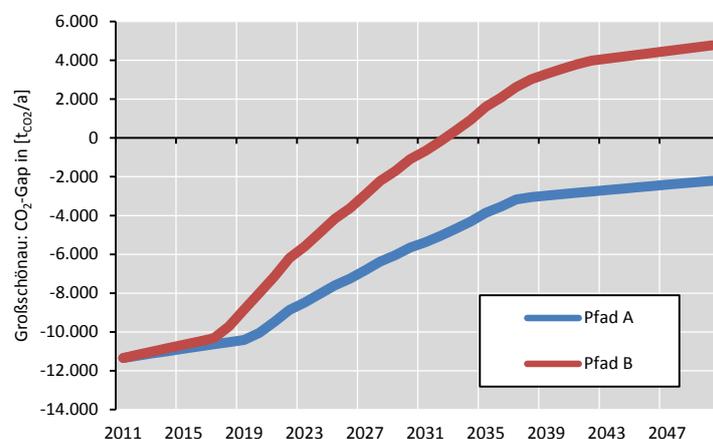
**Abbildung 16: Schema zur Ermittlung des Nettobarwerts für einzelne CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen**

Werden schließlich die CO<sub>2</sub>-Vermeidungsszenarien bewertet (vgl. Tabelle 10), so kann unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen Barwerte der Einzelinstallationen bzw. -maßnahmen für jedes Jahr eine Nettobilanz aus Einnahmen und Ausgaben gebildet werden. Dabei sind – wie bereits illustriert – die Barwerte (der Einnahmen und Ausgaben) der gesamten Anlagen-/Maßnahmenlebensdauer zu berücksichtigen, wie in Abbildung 18 am Beispiel von PV-Anlagen in Großschönau veranschaulicht wird. Aus den jährlichen Nettobilanzen wird schließlich der zeitliche Verlauf der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten ermittelt, wie Abbildung 19 zeigt.

Können durch die in den Entwicklungspfaden (Szenarien) vorgesehenen Maßnahmen nicht alle CO<sub>2</sub>-Emissionen der zu bewertenden Region vermeiden (abzüglich des gebundenen Kohlendioxids z.B. in Wäldern der jeweiligen Gemeinde; vgl. z.B. CO<sub>2</sub> Gut-

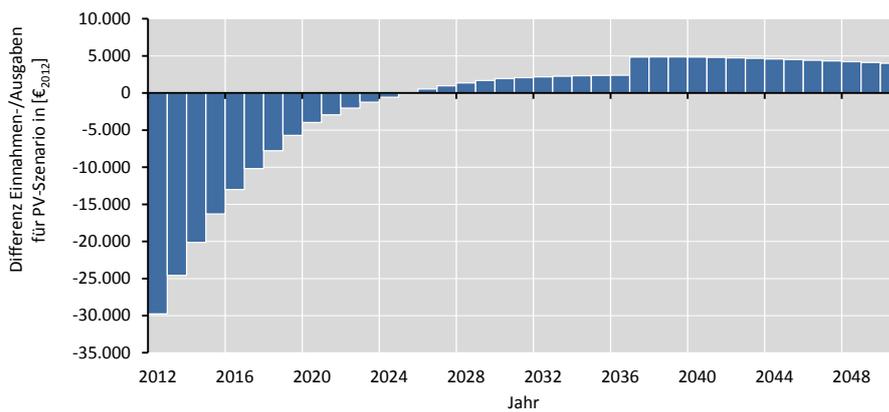
#### Gap Analyse am Beispiel der Gemeinde Großschönau

Basierend auf Abbildung 14 und Abbildung 15 kann schließlich die fehlende Lücke (Gap) der notwendigen CO<sub>2</sub>-Reduktionen zur Erreichung des Nullemissionsziels berechnet werden. Abbildung 17 zeigt diese Ergebnisse für den Entwicklungspfad A und B. Die Ergebnisse der noch fehlenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen ergeben sich dabei aus der Differenz von vorhandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Gutschriften auf jährlicher Basis. Im Szenariopfad B könnte damit ab dem Jahr 2033 sogar eine positive CO<sub>2</sub>-Bilanz für Großschönau ergeben.

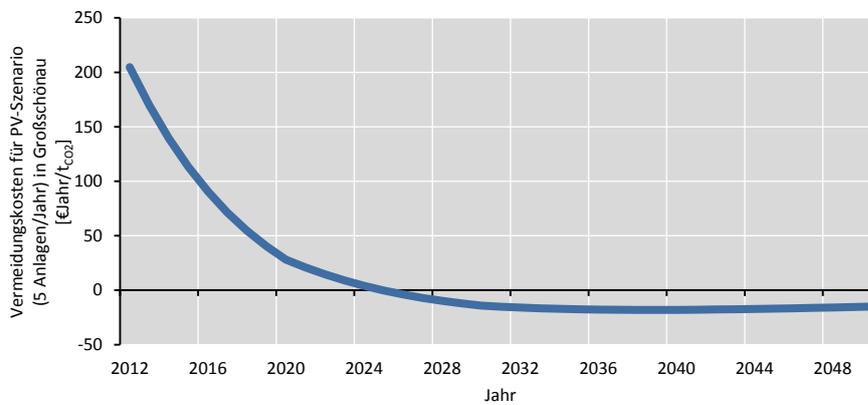


**Abbildung 17: Entwicklung des bestehenden CO<sub>2</sub>-Gaps in der Gemeinde Großschönau in den untersuchten Entwicklungspfaden**

schrift in Abbildung 14), so könnten diese durch alternative Maßnahmen in anderen Regionen (andere Gemeinden oder Entwicklungsländer) kompensiert werden. Die entsprechenden Kosten, die durch Umsetzung dieser Maßnahmen entstehen sind somit den Kosten der Umsetzungspfade hinzuzurechnen und z.B. auf die jährlichen Kosten je Gemeindegänger zu beziehen. Abbildung 17 illustriert diese sog. Gap-Analyse am Beispiel Großschönau.



**Abbildung 18: Bewertungsergebnisse für Bilanzen aus Einnahmen und Ausgaben des PV-Maßnahmenszenario (5 Anlagen/Jahr)**



**Abbildung 19: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten des PV-Maßnahmenszenarios (5 Anlagen/Jahr)**

**Beispielhafte Ergebnisse für Großschönau zur Veranschaulichung der Methodik**

Werden die Bewertungsparameter wie im Kapitel „Kostenparameter ermitteln“ für Großschönau in der Berechnung implementiert, so können ab dem Jahr 2025 Nettogewinne durch den Einsatz von PV-Anlagen erreicht werden. Aufgrund des Austausches von Anlagen, die ihre Lebensdauer erreicht haben, ergibt sich ein sprunghafter Anstieg im Jahr 2037. Die damit korrespondierenden CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten auf Jahresbasis zeigt die folgende Abbildung für Großschönau. Werden alle Jahreswerte der Einnahmen-/Ausgabenbilanzen des PV-Szenarios bis 2050 addiert und auf die gesamte erreichbare CO<sub>2</sub>-Reduktion bezogen, so resultieren die in Tabelle 14 dargestellten Kosten in €/tCO<sub>2</sub> aus der Sicht der Gemeinde Großschönau. Diese Sichtweise repräsentiert jene Kosten, die aus heutiger Sicht (Jahr 2012) auf die Gemeinde Großschönau (bzw. deren Bürger) zukommen würden, um die CO<sub>2</sub>-Reduktionen des PV-Maßnahmenszenarios finanzieren zu können.

**Tabelle 14: Bewertungsergebnisse der PV-Szenarien in Großschönau**

		5 Anlagen/Jahr	10 Anlagen/Jahr
CO <sub>2</sub> -Emissionsreduktion	[tCO <sub>2</sub> ]	7.231	12.915
Barwert aller Anlagen	[€2012]	-54.300	-108.600
CO <sub>2</sub> -Emissionsreduktionskosten	[€2012/tCO <sub>2</sub> ]	7,5	8,4
		15 Anlagen/Jahr	20 Anlagen/Jahr
CO <sub>2</sub> -Emissionsreduktion	[tCO <sub>2</sub> ]	17.050	19.638
Barwert aller Anlagen	[€2012]	-162.900	-21.7200
CO <sub>2</sub> -Emissionsreduktionskosten	[€2012/tCO <sub>2</sub> ]	9,6	11,1

## 4.4 Ergebnisse ermitteln und mit Alternativen vergleichen

Wie in der Methodik beschrieben, werden die jeweiligen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten je Maßnahme aus der Sicht der Gemeinde bewertet. Sobald dies erfolgt ist, ist ein Vergleich der einzelnen Technologielösungen der Entwicklungspfade (A&B) auf Basis der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten durchzuführen. Dies kann beispielsweise durch einen direkten Kostenvergleich der Maßnahmen – wie in Abbildung 20 dargestellt – erfolgen.

Auf dem Weg zur „Zero Carbon Town“ sind schließlich jene CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten

### Ergebnisvergleich je Maßnahme für Großschönau

In Großschönau ergeben die Berechnungen mit den getroffenen Bewertungsparametern die kostengünstigste Lösung für Photovoltaikinstallationen sowie Elektromobilität. Dies trifft für beide Entwicklungspfade (vgl. Abbildung 20 und Abbildung 21) zu. Dabei wurden entsprechende Prognosen der Kostenreduktionen berücksichtigt (siehe (Hutterer, 2012)). Maßnahmen zu Gebäudesanierung und Solarthermie ergeben in beiden Entwicklungspfaden moderate CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten. Dies liegt vor allem am schon vorhandenen sehr hohen Anteil regenerativ erzeugter Wärme in der Gemeinde., welches in geringeren Einnahmen für die eingesparte Wärme im Vergleich zu fossilen Brennstoffen resultiert. Positiv wirken sich jedoch die erreichbaren CO<sub>2</sub>-Gutschriften durch nicht genutztes Holz aus (vgl. grüne Rechtecke in den Abbildungen). Ebenfalls ersichtlich sind durchschnittliche Kosten für CDM- und JI-Maßnahmen, die in der Größenordnung von 10 €/tCO<sub>2</sub> liegen. Erreichbare CO<sub>2</sub>-Einsparungen wurden in den Abbildungen für diese Maßnahmen nicht eingetragen, da sie zur Kompensation der Nichterreichung des Zero Carbon Town Ziels (v.a. im Entwicklungspfad A) herangezogen werden könnten.

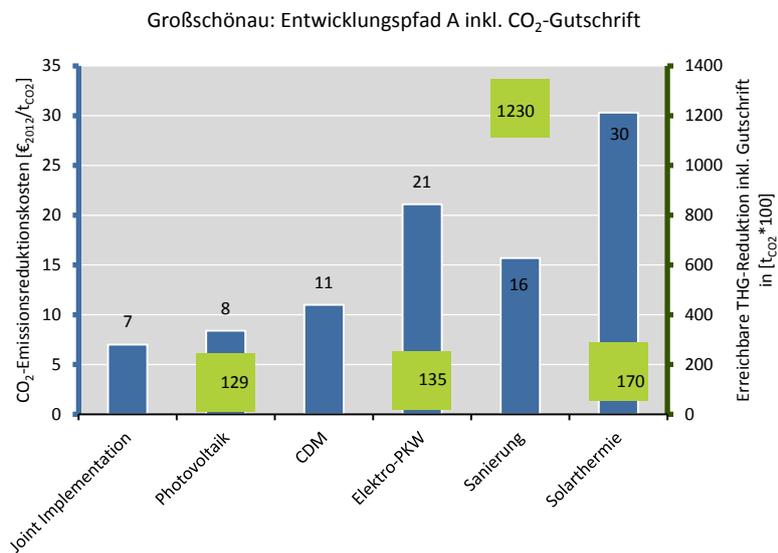


Abbildung 20: Kostenvergleich der einzelnen Maßnahmen in der Gemeinde Großschönau ergänzt um alternative Mechanismen (CDM&JI) im Entwicklungspfad A

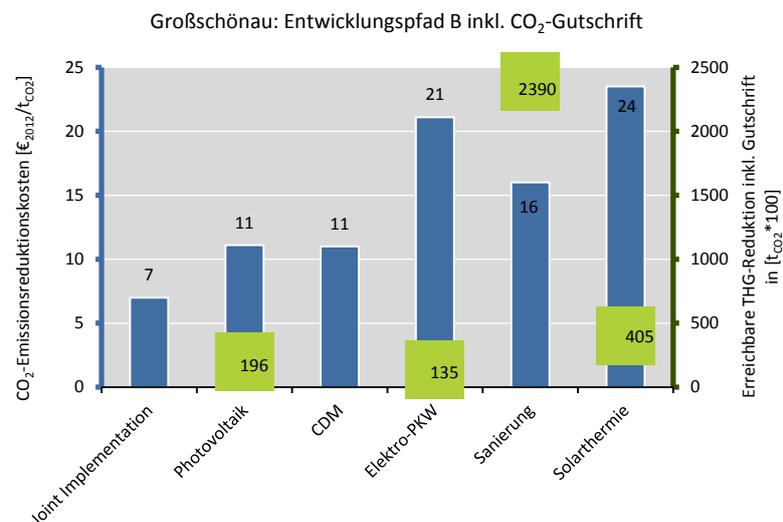


Abbildung 21: Kostenvergleich der einzelnen Maßnahmen in der Gemeinde Großschönau ergänzt um alternative Mechanismen (CDM&JI) im Entwicklungspfad B

zu bewerten, welche nicht durch die Maßnahmen der Entwicklungspfade abgedeckt werden können. Dies wird am Beispiel von Großschönau durch CDM und JI-Maßnahmen bewertet. Die folgenden Abbildungen zeigen dazu wiederum die Ergebnisse als Kosten pro Gemeindegewohner von Großschönau. Für eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsschritte sei wiederum auf (Hutterer, 2012) verwiesen.

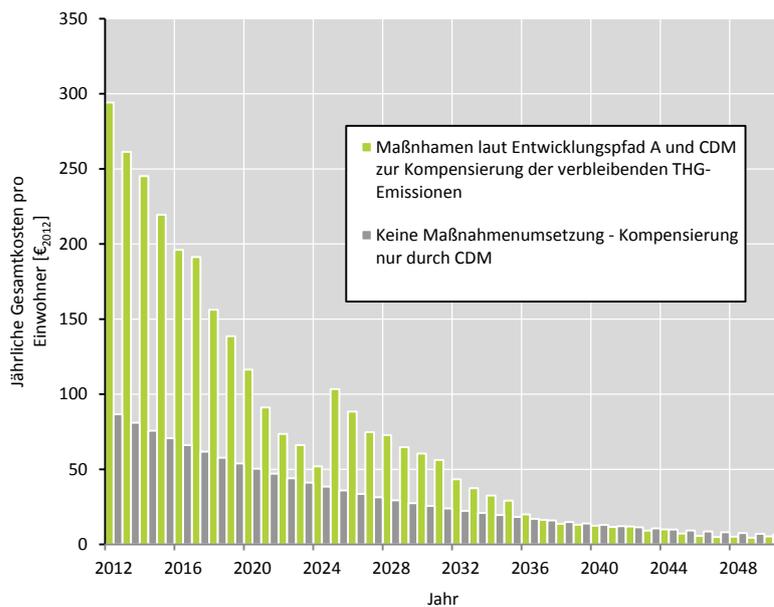


Abbildung 22: Gap-Analyse des Entwicklungspfad A in der Gemeinde Großschönau

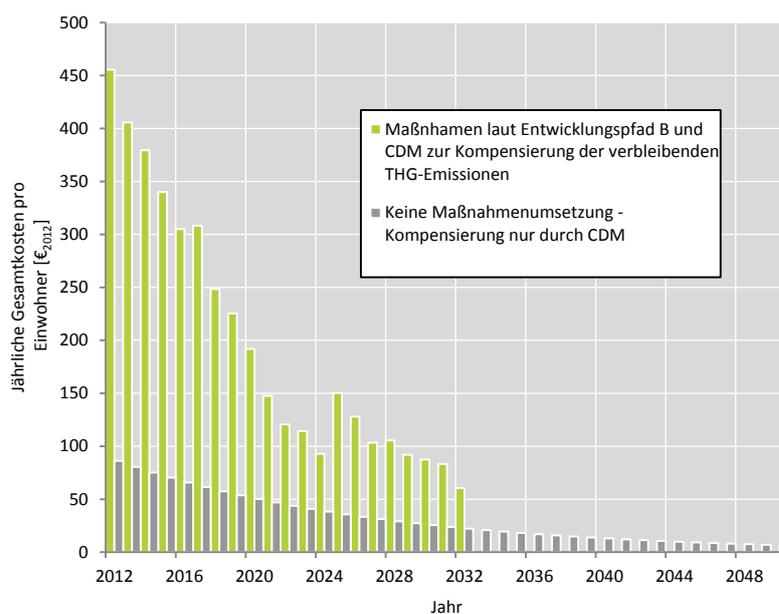


Abbildung 23: Gap-Analyse des Entwicklungspfad B in der Gemeinde Großschönau

### Ergebnisse der Gap-Analyse in Großschönau

Werden die Maßnahmen des Pfades A mit CDM kombiniert, so ergeben sich je Gemeindegewohner von Großschönau auf dem Weg zur „Zero Carbon Town“ Gesamtkosten (Barwert im Jahr 2012) von etwa 2.920 € (entspricht Summe der blauen Balken in Abbildung 22). Zu erkennen ist zudem, dass die aktuellen Kosten aufgrund der angenommenen Kostendegressionen der bewerteten Maßnahmen in Realwerten deutlich höher liegen als z.B. im Jahr 2030. Der Kostensprung im Jahr 2025 wird dabei durch den angenommenen Wegfall der steuerlichen Begünstigung von Elektromobilität (vgl. Mineralölsteuer) hervorgerufen.

Im Falle des Entwicklungspfad B (vgl. Abbildung 23) in Großschönau resultieren die Gesamtkosten je Einwohner für die Einzelmaßnahmen kombiniert mit CDM zu etwa 4.270 €. Diese Erhöhung wird vor allem durch die ambitioniertere und frühere Umsetzung der Maßnahmen (geringerer Diskontierungseffekt) und den damit verbundenen Mehrkosten verursacht.

Werden die CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen im vollen Umfang durch CDM-Projekte (zu aktuellen Kosten) realisiert, so ergeben sich für Szenario A und B deutlich niedrigere Vermeidungskosten von etwa 1.230 € (Barwert im Bezugsjahr 2012) pro Einwohner in Großschönau.

## 4.5 Auswahl geeigneter Maßnahmen

Im letzten Bewertungsschritt sind schließlich die Gesamtkosten der einzelnen Maßnahmen aus Sicht der Gemeinde zu vergleichen. Wie am Beispiel Großschönau gezeigt wird, können anhand der ermittelten Kosten der Entwicklungspfade sowie der Kosten je Maßnahme entsprechende Empfehlungen abgeleitet werden.

**Dies ist für jede Gemeinde, die eine Bewertung nach diesem Leitfaden vornimmt, gesondert durchzuführen.**

# 5. Schritt: Abschluss und Empfehlungen

Zum Abschluss des Prozesses werden alle Ergebnisse und Erkenntnisse gemeinsam analysiert und daraus Empfehlungen für die betrachtete Region extrahiert.



## Empfehlungen für Großschönau

Wie in Abbildung 20 und Abbildung 21 zu erkennen ist, liegen die Kosten für Elektromobilität, Sanierungsmaßnahmen und Solarthermie – wenn die jeweils getroffenen Annahmen zutreffen - über jenen von Photovoltaik oder CDM&JI Maßnahmen. Dies liegt – wie bereits erwähnt wurde – an der erneuerbar orientierten Wärmebereitstellung in Großschönau, welches zu geringeren CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Vergleich zu den Kosten führt. Aufgrund der möglichen Einsparungen von Holz für die Wärmebereitstellung und den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Gutschriften liegen die CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten von ambitionierter und moderater Sanierung auf gleichem Niveau. Ambitionierte Sanierungsmaßnahmen sind daher aus Klimaschutzsicht zu bevorzugen.

Im Strombereich könnte theoretisch ein massiver Ausbau von Photovoltaik die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen (zu ähnlichen Kosten wie von CDM&CI) durch Stromexport kompensieren, dies würde jedoch derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen beanspruchen und einen Ausbau der regionalen Stromnetze voraussetzen. Entsprechende Mehrkosten durch Backupkapazitäten, möglicher regionaler Widerstand der Bevölkerung oder notwendige Stromspeicher erschweren dahingehend eine erfolgreiche Umsetzung eines solchen Maßnahmenplans.

Zwar ergibt eine CO<sub>2</sub>-Vermeidung, welche nur auf Basis der CDM&JI Optionen umgesetzt wird, in der Bewertung die geringsten Kosten je Gemeindebürger, jedoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Umsetzung dieser Projekte im übermäßigen Maße und immerfort zu gleichen Kosten möglich ist. Zudem kann mit diesen Projekten im Falle von Großschönau kaum regionale Wertschöpfung (keine regionalen Firmen würden CDM&JI Maßnahmen umsetzen) erzielt werden.

Strebt die Gemeinde jedoch regional nachhaltige Lösungen an, so kann Großschönau vor allem durch den ambitionierten Weg des Entwicklungspfad B eine „Zero Carbon Town“ ab dem Jahr 2033 (auf Basis der erhobenen Verbrauchsdaten und Einwohnerzahl) erreichen. Die größten Effekte (vgl. Abbildung 21) sind durch ambitionierte Gebäudesanierung und Solarthermie (v.a. durch Gutschriften durch nicht genutztes Holz im Wärmebereich) zu erzielen - entsprechend höhere Kosten inklusive.

# Quellenverzeichnis

- A. Lugmaier, H. B. (2008). *Leitfaden für den Weg zum aktiven Verteilernetz*. Wien: BmVII, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 13a/2008.
- ADEME. (2010). *Bilan Carbone Methodology guide - version 6.1 - objectives and accounting principles*. ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- Bernreuter, J. (2002). *Schlussbericht der Enquete-Kommission Nachhaltige Energieversorgung zit. nach Photon Oktober 2002*.
- BFW. (2009). *Österreichische Waldinventur*. Abgerufen am 9. 2. 2012 von Bundesamt für Wald, Institut für Waldinventur: <http://bfw.ac.at/rz/wi.home>
- Biermayr, P., Eberl, M., Ehrig, R., Fechner, H., Galosi, A., Kristöfel, C., et al. (2011). *Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2010*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Biomasseverband. (2007). *Biokraftstoffe - Klimafreundlich mobil*. Wien: Klima:aktiv.
- Biomasseverband. (2011). *Bioenergie 2020 - Wärme, Strom, Treibstoffe*. Wien: Biomasseverband.
- Biomasseverband OÖ. (2012). *Biomasseverband OÖ*. Abgerufen am 7. 2. 2012 von [http://www.biomasseverband-ooe.at/cms/front\\_content.php?idart=102](http://www.biomasseverband-ooe.at/cms/front_content.php?idart=102)
- BM vit. (2010). *Intelligente Energiesysteme der Zukunft, Smart Grids Pioniere in Österreich*.
- BMvit. (2010). *Strategie und Instrumente sowie prioritäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationalen Einführungsplan Elektromobilität*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik.
- CDM Executive Board. (2009). *Tool to calculate the emission factor for an electricity system, Methodological Tool (Version 02)*. UNFCCC/CCNUCC.
- DAT GmbH. (2012). *Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Stromverbrauch aller neuer Personenkraftwagenmodelle, die in Deutschland zum Verkauf angeboten werden*. Deutschland: Verband der Automobilindustrie e.V./Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V.
- E-Control. (2012). *Aktueller Marktpreis gemäß §20 Ökostromgesetz*. Abgerufen am 11. Februar 2012 von E-Control: <http://e-control.at/de/marktteilnehmer/oeko-energie/marktpreis>
- ECOSPEED AG. (2012). *ECOREGION - Die Lösung zur effizienten Energie- und Treibhausgasbilanzierung für Städte und Gemeinden*. Abgerufen am 11. 04. 2012 von ECOSPEED Software für Klimaschutz: <http://www.ecospeed.ch/>
- EN 15316-4-5:2007. (2007). CEN/ÖNORM. *Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 4-5: Wärmeerzeugungssysteme, Leistungsfähigkeit und Effizienz von Fernwärme- und großvolumigen Systemen*.
- European Commission. (2010). *How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) - Guidebook*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Union. (2010). *How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) - Guidebook*. Luxembourg: European Union.
- EVN. (2012). *Produktangebot Strom Privatkunden - Optima Strom*. Abgerufen am 15. März 2012 von EVN: <http://www.evn-energievertrieb.at/getdoc/3eade527-b498-4b01-9879-6fc2983d95f0/Optima-Strom.aspx>
- EVN. (2012). *Produktangebot Strom Privatkunden - Sonnenstrom*. Abgerufen am 15. März 2012 von <http://www.evn-energievertrieb.at/Privatkunden/Produkte/Strom/Optima-SonnenStrom.aspx>
- EVN Energievertrieb GmbH & Co KG. (2012). *EVN*. Abgerufen am 09. 03. 2012 von EVN: <http://www.evn-energievertrieb.at/Privatkunden/Produkte/Strom/Optima-Strom.aspx>
- F. Kupzog, T. L. (2012). *GAVE - Gemeinde als virtueller Energiespeicher, Abschlussbericht (wird veröffentlicht)*. Wien: Klima- und Energiefonds.
- Frischknecht, R., & Tuchschnid, M. (2008). *Primärenergiefaktoren von Energiesystemen*. Uster: ESU-services GmbH.
- Fritsche, U. R., Jenseit, W., & Hochfeld, C. (1999). *Methodikfragen bei der Berechnung des Kumulierten Energieaufwands (KEA)*. Darmstadt: Öko-Institut.
- GRIP. (2012). *The Greenhouse Gas Regional Inventory Protocol*. Abgerufen am 26.. 03. 2012 von <http://www.getagripemissions.com>
- Herry Consult GmbH. (2007). *Verkehr in Zahlen - 2007*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- HERRY Consult GmbH. (2008). *Mobilität in Niederösterreich - Ergebnisse der landesweiten Mobilitätsbefragung 2008*. St. Pölten: Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung für Gesamtverkehrsangelegenheiten.
- Hutterer, A. (2012). *Wirtschaftliche Bewertung unterschiedlicher Maßnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Modellregion Großschönau. Diplomarbeit*. TU Wien - Energy Economics Group.
- IG Windkraft. (20. 02. 2012). *Wind in Zahlen - Windkraft in Österreich, Europa und Weltweit*. Abgerufen am 12. 03. 2012 von IG Windkraft: [http://igwindkraft.at/index.php?xmlval\\_ID\\_KEY\[0\]=1047](http://igwindkraft.at/index.php?xmlval_ID_KEY[0]=1047)

- IWU. (2009). *Nutzerverhalten im Mietwohnbereich*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt GmbH.
- Jäger, D., Klessmann, C., Stricker, E., Winkel, T., Visser, E., Koper, M., et al. (2011). *Financing Renewable Energy in the European Energy Market*. Ecofys.
- Kaltschmitt, M., & Streicher, W. (2009). *Regenerative Energien in Österreich: Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potentiale, Nutzung*. (W. Streicher, Ed.) Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Klimabündnis Österreich. (2008). *CO<sub>2</sub>-Grobilanz, Treibhausgasemissionsrechner für Gemeinden*. Abgerufen am 11. 04. 2012 von CO<sub>2</sub>-Rechner Klimabündnis: <http://co2rechner.klimabuendnis.at>
- Landeslandwirtschaftskammer NÖ. (2010). *Information über nachhaltige Waldnutzung für Brennstoffe*. Nachfrage von Sonnenplatz Großschönau.
- Neumann, W., Farnsteiner, B., Wildt, B., Helbig, J., Urbainczyk, G., Serwe, H.-J., et al. (2005). Richtlinien für die Erstellung von CO<sub>2</sub>-Bilanzen durch die Mitgliedskommunen im Klima-Bündnis (zweite, überarbeitete Fassung). 13. *Internationale Klima-Bündnis-Jahreskonferenz und Mitgliederversammlung*. Luxemburg.
- Nö Landesregierung. (2009). *Niederösterreichisches Klimaprogramm 09-12*. St. Pölten: Amt der NÖ Landesregierung Gruppe Raumordnung, Umwelt und Verkehr - Abteilung Umweltwirtschaft und Raumordnungsförderung.
- OIB. (Oktober 2011). OIB-Richtlinie 6. *Energieeinsparung und Wärmeschutz*.
- OÖ ESV. (2012). *OÖ Energiesparverband*. Abgerufen am 9. 2. 2012 von <http://www.esv.or.at/bauen-wohnen/warmwasser-heizen/warmwasserbereitung/>
- Orthofer, R. (2008). *Benutzerhandbuch für das Emissionsdatenmanagementsystem emikat.at*. Wien: Research Report ARC-sys-0169.
- Palensky, P., Kupzog, F., Grobbelaar, S., & Meisel, M. (2008). *IRON - Integral Resource Optimization Network Concept*. Wien: BMVIT, Programmlinie Energiesysteme der Zukunft.
- Pötscher, F., Winter, R., & Lichtblau, G. (2012). *Elektromobilität in Österreich - Szenario 2020 und 2050*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.
- proHolz Austria. (2012). *Waldland Österreich*. Abgerufen am 9. 2. 2012 von proHolz Austria, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft: <http://www.proholz.at/presse/themenservice/waldland-oesterreich/>
- REGIO Energy. (2009). *REGIO Energy*. Abgerufen am 7. 2. 2012 von <http://www.regioenergy.at/>
- RSA. (2009). *iSPACE.onENERGY, ERNEUERBARE ENERGIEPOTENZIALE IN ÖSTERREICH - Räumlich aufgelöst & interaktiv*. Retrieved 2010 from rsa - Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH: [http://ispace.researchstudio.at/products/products\\_eea\\_de.html](http://ispace.researchstudio.at/products/products_eea_de.html)
- Schächtele, K., & Hertle, H. (2007). *Die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Bürgers - Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO<sub>2</sub> Bilanzen*. Heidelberg: ifeu, Umweltbundesamt (DE).
- Statistik Austria. (2008). *Energieeinsatz der Haushalte, Strom- und Gastagebuch 2008*. Abgerufen am 9. 2. 2012 von Statistik Austria: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeinsatz\\_der\\_haushalte/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html)
- Statistik Austria. (23. 11. 2011). *Gesamtenergiebilanz (1970-2010)*. Abgerufen am 15. 03. 2012 von Statistik Austria: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html)
- Statistik Austria. (2012). *Adress-GWR-Online*. Abgerufen am 24. 2. 2012 von Statistik Austria: [http://www.statistik.at/web\\_de/services/adress\\_gwr\\_online/index.html](http://www.statistik.at/web_de/services/adress_gwr_online/index.html)
- Statistik Austria. (22. 03. 2012). *Kraftfahrzeuge - Bestand*. Abgerufen am 19. 04. 2012 von Statistik Austria: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html)
- Stiftung Unternehmen Wald. (2012). *Wie viel Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) speichert der Wald bzw. ein Baum*. Abgerufen am 27. 04. 2012 von Stiftung Unternehmen Wald: <http://www.wald.de/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>
- Umweltbundesamt. (2011). *Klimaschutzbereich 2011*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.
- Umweltbundesamt GmbH. (2012). *Treibhausgase*. Abgerufen am 16. 04. 2012 von umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/>
- Weingartner, J. (24. 05. 2012). *Basispaket Sonnenkraftanalyse EVN*, E-Mail vom 24.5.2012.
- Wesselak, V., & Schabbach, T. (2009). *Regenerative Energietechnik*. Institut für Regenerative Energietechnik, Fachhochschule Nordhausen, Springer.

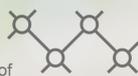


Dieser Leitfaden entstand im  
Rahmen des kooperativen Projektes *ZeroCarbonTown*

SONNENPLATZ®  
Großschönau



ICT  
Institute of  
Computer Technology



Dieses Projekt wird  
aus Mitteln des Klima- und Energiefonds  
gefördert und im Rahmen des Programms  
„NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

