



# Volkswirtschaftliche Effekte von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils Erneuerbarer Energien in den österreichischen Klima- und Energiemodellregionen

September 2012

Claudia Kettner (Projektleitung), Oliver Fritz, Angela Köppl (WIFO)

Eduardo Haddad, Alexandre Porsse (NEREUS)

mit Ausarbeitungen zum Bereich Mobilität von

Brigitte Wolking, Karl Steininger (Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel)

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>A</b> | <b>Motivation</b>  | <b>1</b>  |
| <b>B</b> | <b>Grundprinzipien für eine umfassende Restrukturierung des Energiesystems und Potentiale in Österreich</b>  | <b>3</b>  |
| B.1      | Wohlstand und Energieverbrauch   | 3         |
|          | <i>B.1.1 Die Rolle von Energiedienstleistungen</i>   | 3         |
|          | <i>B.1.2 Die Energiekaskade: Von Energiedienstleistungen zum Primärenergieeinsatz</i>  | 4         |
|          | <i>B.1.3 Leitlinien für eine Transformation des Energiesystems</i>   | 5         |
| B.2      | Das österreichische Energiesystem im Überblick   | 6         |
|          | <i>B.2.1 Energienachfrage</i>  | 6         |
|          | <i>B.2.2 Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme</i>   | 9         |
| B.3      | Potentiale für Effizienzsteigerungen und erneuerbare Energieträger   | 10        |
|          | <i>B.3.1 Potentiale im Bereich Mobilität</i>   | 10        |
|          | <i>B.3.2 Potentiale im Bereich Gebäude</i>   | 12        |
|          | <i>B.3.3 Potentiale in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme</i>   | 15        |
| B.4      | Ökonomische Effekte einer Restrukturierung des Energiesystems  | 16        |
| <b>C</b> | <b>Berechnung der ökonomischen Effekte von KEM-Maßnahmen</b>   | <b>18</b> |
| C.1      | Die betrachteten Maßnahmen im Überblick  | 18        |
| C.2      | Modellierung der energetischen Effekte der KEM-Maßnahmen   | 21        |
|          | <i>C.2.1 Methodische Vorgangsweise Mobilität</i>   | 21        |
|          | <i>C.2.2 Methodische Vorgehensweise im Bereich Gebäude</i>   | 22        |
|          | <i>C.2.3 Methodische Vorgehensweise im Bereich Energiebereitstellung</i>   | 23        |
| C.3      | Hochrechnung der Maßnahmen auf Bundesländerebene   | 24        |
|          | <i>C.3.1 Hochrechnung von Veränderungen im energetischen Endverbrauch und in der Bereitstellung von Elektrizität und Wärme durch „KEM-Maßnahmen“</i> | 24        |
|          | <i>C.3.2 Investitionskosten und Betriebskostenveränderungen</i>  | 29        |
| C.4      | Simulationsergebnisse  | 34        |
|          | <i>C.4.1 Das Modell Sindelar 10</i>  | 34        |
|          | <i>C.4.2 Simulationsergebnisse</i>   | 38        |
| <b>D</b> | <b>Schlussfolgerungen</b>  | <b>47</b> |
|          | <b>Literatur</b>   | <b>49</b> |
|          | <b>Appendix</b>  | <b>53</b> |
|          | Appendix A: Die KEM Regionen im Überblick  | 53        |
|          | Appendix B: Die Case Study Maßnahmen im Überblick  | 55        |
|          | <i>Burgenland - KEM Güssing</i>  | 55        |
|          | <i>Kärnten - KEM Südkärnten</i>  | 56        |
|          | <i>Niederösterreich – Waldviertler Wohlviertel</i>   | 57        |
|          | <i>Oberösterreich - KEM Eferding</i>   | 59        |



|  |    |
|--|----|
| <i>Steiermark - KEM Mürzzuslag</i>                       | 60 |
| Appendix C: Veränderungen der Energieflüsse im Jahr 2020 | 61 |
| Appendix D: Energiepreise                                | 63 |

## Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1. Energiebedarf des Gebäudebestands nach Bauperiode und Bundesland in kWh/m <sup>2</sup> .a   | 13 |
| Tabelle 2. Energieeinsparungspotential des Gebäudebestands durch thermische Sanierung nach Bauperiode in Prozent   | 13 |
| Tabelle 3. Energiekoeffizienten im Referenzszenario Mobilität  | 22 |
| Tabelle 4. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Mobilität (MIV und ÖV) in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010               | 26 |
| Tabelle 5. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Mobilität (MIV und ÖV) in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010          | 26 |
| Tabelle 6. Sanierungsrate und Austauschrate des Heizsystems zusätzlich zur Referenz in den betrachteten Bundesländern  | 27 |
| Tabelle 7. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gebäude in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010                              | 28 |
| Tabelle 8. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gebäude in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010                         | 28 |
| Tabelle 9. Jährliche Veränderung des Transformationseinsatzes für Elektrizität und Fernwärme in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Transformationseinsatzes 2010 | 29 |
| Tabelle 10. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Mobilität in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro   | 31 |
| Tabelle 11. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Mobilität in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro   | 31 |
| Tabelle 12. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Gebäude in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro   | 32 |
| Tabelle 13. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Gebäude in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro   | 33 |
| Tabelle 14. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Energiebereitstellung in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro   | 33 |
| Tabelle 15. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Energiebereitstellung in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro                                 | 34 |
| Tabelle 16. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten in Energieeffizienzmaßnahmen und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in Mio. Euro    | 39 |
| Tabelle 17. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten in erneuerbare Energieträger und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in Mio. Euro    | 40 |

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 18. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahmenkategorie in Mio. Euro | 40 |
| Tabelle 19. Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts in Prozent  | 44 |
| Tabelle 20. Veränderung der Beschäftigungsverhältnisse in Prozent  | 44 |
| Tabelle 21. Absolute Veränderung des Beschäftigungsverhältnisse  | 45 |

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1. Das Energiesystem: Von Energiedienstleistungen bis zum Transformationseinsatz                               | 5  |
| Abbildung 2. Energetischer Endverbrauch nach Sektor und Bundesland, 2010   | 7  |
| Abbildung 3. Energetischer Endverbrauch der Haushalte nach Nutzenergiekategorie und Bundesland, 2010                     | 7  |
| Abbildung 4. Energetischer Endverbrauch der Haushalte nach Energieträger und Bundesland, 2010                            | 8  |
| Abbildung 5. Energetischer Endverbrauch für Landverkehr und Eisenbahn nach Energieträger und Bundesland, 2010            | 9  |
| Abbildung 6. Transformationseinsatz zur Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme nach Bundesland und Energieträger, 2010 | 9  |
| Abbildung 7. Exporte, Importe und Bruttoinlandsverbrauch an Elektrizität nach Bundesland, 2010                           | 10 |
| Abbildung 13. Verkehrsmittelwahl nach Bundesländern (Anzahl der Wege) 2005   | 11 |
| Abbildung 14. Fahrleistung im Personenverkehr (Pkw) nach Bundesländern 2005  | 11 |
| Abbildung 10. Wege nach Weglänge und Verkehrsmittel 1995 (Anteil der Wege in %)  | 12 |
| Abbildung 8. Wohnnutzfläche nach Gebäudetyp und Bundesland, 2001   | 14 |
| Abbildung 9. Wohnnutzfläche nach Bauperiode und Bundesland, 2001   | 14 |
| Abbildung 10. Energetischer Endverbrauch der Haushalte für Raumwärme nach Energieträger und Bundesland, 2010             | 15 |
| Abbildung 11. Unausgeschöpfte Potentiale erneuerbarer Energieträger in Österreich bis 2020                               | 16 |
| Abbildung 12. Die Case Study KEM-Regionen  | 19 |
| Abbildung 15. Theoretische Struktur der regionalen Güterproduktion   | 35 |
| Abbildung 16. Theoretische Struktur der regionalen Haushaltsnachfrage  | 36 |

## A Motivation

Klimawandel und Ressourcenbeschränkungen erfordern eine umfassende Restrukturierung der bestehenden Energiesysteme. Dabei ist es notwendig, die Rolle von Energiedienstleistungen – und nicht von Energieflüssen – in den Vordergrund zu stellen, da nicht die Nachfrage nach Energie sondern die Energiedienstleistungen wohlstandsrelevant sind (siehe Köppl et al., 2011).

Das Klima- und Energiepaket der Europäischen Union gibt ambitionierte mittelfristige Ziele bis 2020 für die Mitgliedsstaaten in Hinblick auf eine Reduktion der Treibhausgasemissionen, eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger und eine signifikante Steigerung der Energieeffizienz vor. Um das Ziel einer Begrenzung des Klimawandels auf 2°C zu erreichen, strebt die EU langfristig eine Reduktion der Treibhausgase um 80 bis 95 Prozent an, was mit einer grundlegenden Transformation des Energiesystems einhergehen muss („Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050“ (Europäische Kommission, 2011), „Energiefahrplan 2050“ (Europäische Kommission, 2012)).

Ziel dieser Studie ist es, die möglichen ökonomischen Effekte von unterschiedlichen Maßnahmenpaketen zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Anteils Erneuerbarer Energieträger in den österreichischen Bundesländern mit Hilfe von Modellsimulationen abzuschätzen, wobei der Fokus auf den Bereichen Mobilität, Wohngebäude und Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme liegt. Die Simulationen basieren auf illustrativen Beispielen, die auf Basis von ausgewählten Klima- und Energiemodellregionen entwickelt wurden.

Der österreichische Klima- und Energiefonds unterstützt seit 2009 die Entwicklung von Regionen zu Klima- und Energiemodellregionen. Die Initiative Klima- und Energiemodellregionen hat sich zum Ziel gesetzt, die *„vorhandenen regionalen Ressourcen sinnvoll und nachhaltig für die Energieversorgung [zu] nutzen, die Energieeffizienz [zu] steigern und Energie [zu] sparen“*, und damit einen Beitrag zu den ambitionierten mittel- und langfristigen Zielen der Energie- und Klimapolitik zu leisten. Die Förderung durch den Klima- und Energiefonds umfasst dabei einerseits die Entwicklung eines Umsetzungskonzepts unter Einbindung wesentlicher Stakeholder in der Region und andererseits die Finanzierung von ModellregionsmanagerInnen, die für die konkrete Umsetzung der Projekte und Bewusstseinsbildung in der Region verantwortlich sind. Das maximale Fördervolumen für diese beiden Punkte beträgt insgesamt 100.000 Euro für drei Jahre, wobei eine Verlängerung nach positiver Evaluierung grundsätzlich möglich ist. Konkrete Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger werden im Rahmen des Programms nicht gefördert. Derzeit gibt es österreichweit knapp 90 Modellregionen (siehe <http://www.klimaundenergiemodellregionen.at>).

Die Studie gliedert sich wie folgt: Zunächst werden Prinzipien für die umfassende Restrukturierung der bestehenden Energiesysteme diskutiert und allgemeine Potentiale zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energien in den österreichischen Bundesländern zusammenfassend beschrieben. Darauf aufbauend erfolgen eine Analyse der Effekte von Energieeffizienzmaßnahmen und der Forcierung erneuerbarer Energien im Energiesystem sowie

eine Simulation der entsprechenden ökonomischen Effekte. Die Grundlage dafür stellen Fallbeispiele aus den österreichischen Klima- und Energiemodellregionen dar, die illustrativ die Bandbreite der möglichen Effekte darstellen sollen.



# B Grundprinzipien für eine umfassende Restrukturierung des Energiesystems und Potentiale in Österreich

Im folgenden Abschnitt werden die grundlegenden Prinzipien einer umfassenden Restrukturierung des bestehenden Energiesystems diskutiert. Ausgehend von einer Beschreibung des derzeitigen österreichischen Energiesystems werden daraufhin Energieeffizienzpotentiale und Potentiale zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in den österreichischen Bundesländern beschrieben.

## B.1 Wohlstand und Energieverbrauch

### B.1.1 Die Rolle von Energiedienstleistungen

Eine grundlegende Restrukturierung des Energiesystems – wie z.B. in den EU-Zielen für 2050 definiert – muss auf Energiedienstleistungen fokussieren. Nicht die Energieflüsse, die Haushalte und Unternehmen konsumieren, sind wohlstandsrelevant sondern die mit der Energie bereit gestellten Energiedienstleistungen. Energiedienstleistungen können in folgende Kategorien eingeteilt werden (s. Köppl et al., 2011):

- Thermische Dienstleistungen (auf unterschiedlichen Temperaturniveaus) für die Beheizung von Gebäuden und in Produktionsprozessen;
- Mechanische Dienstleistungen für Mobilität und stationäre Antriebe; und
- Spezifisch-elektrische Dienstleistungen für Beleuchtung, Elektronik und andere Geräte.

Die Analyse von Energiesystemen konzentriert sich in der Regel auf den Einsatz von Primärenergie sowie auf den energetischen Endverbrauch von Haushalten und Unternehmen. Nur mit einem Fokus auf Energiedienstleistungen können jedoch alle Fragestellungen im Rahmen einer Restrukturierung des Energiesystems umfassend beantwortet werden.

Das Volumen dieser Energiedienstleistungen wird u.a. durch die wirtschaftliche Aktivität beeinflusst und spiegelt den wirtschaftlichen Wohlstand einer Gesellschaft. Beispiele für Energiedienstleistungen sind z.B. ein „wohltemperiertes Raumklima“ oder der „Zugang zu Personen, Gütern und Dienstleistungen“. Energiedienstleistungen sind in der Regel jedoch nicht in offiziellen Statistiken erfasst, daher sind für die Implementierung eines energiedienstleistungs-basierenden Ansatzes in der Analyse von Energiesystemen Proxies, wie z.B. Wohnfläche oder Verkehrsleistung (d.h. Personen-, Tonnen- oder Fahrzeugkilometer) erforderlich.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Bei der Verwendung von Proxies ist jedoch zu beachten, dass sich der Proxy verringern kann während die Energiedienstleistung und damit der Wohlstand konstant bleibt oder steigt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Verkehrsleistung durch verbesserte Raumplanung oder durch Mobilitätsmanagement reduziert wird, der Zugang zu Personen, Gütern oder Dienstleistungen aber gleich bleibt oder sich verbessert.

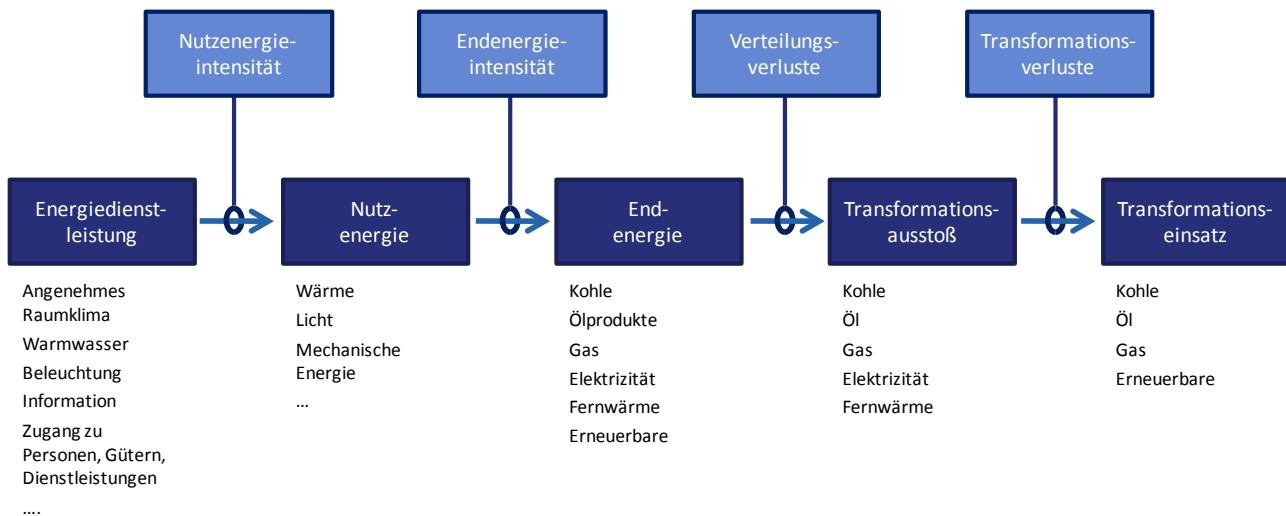
## B.1.2 Die Energiekaskade: Von Energiedienstleistungen zum Primärenergieeinsatz

Die Endenergie, die die Haushalte und Unternehmen für die Bereitstellung der Energiedienstleistungen benötigen, hängt wie in Abbildung 1 skizziert von den verwendeten Anwendungs- und Transformationstechnologien ab. Die in Gebäuden benötigte Energie, um die Energiedienstleistung „angenehmes Raumklima“ zu erbringen, hängt z.B. von der thermischen Qualität der Gebäudehülle, die die Nutzenergieintensität bestimmt, aber auch von der Effizienz des Heizsystems (Endenergieintensität) ab. In Hinblick auf Mobilitätsdienstleistungen sind neben einem Modal Shift auch die Bauweise von Fahrzeugen (z.B. Leichtbauweise vs. Konventionelle Bauweise), die die Nutzenergieintensität bestimmt, und die Wahl des Antriebssystems (Elektromotor vs. Verbrennungsmotor), die die Endenergieintensität bestimmt, relevant.

Welche Anwendungstechnologien verfügbar sind und in einer Investitionsentscheidung gewählt werden, hängt einerseits von den Energiepreisen und den Preisen der Kapitalstöcke und andererseits von institutionellen Faktoren ab. Bauvorschriften oder Mobilitätsmanagement können die Technologiewahl beispielsweise stark beeinflussen.

Die Energieträger, die zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen verwendet werden, werden in einem Transformationsprozess aus Primärenergieträgern erzeugt (Abbildung 1). Sowohl der Transformationsprozess als auch die Verteilung von Energie sind in der Regel mit Verlusten verbunden. Die Wahl der Transformationstechnologien, der eingesetzten Primärenergieträger und der Verteilungsstrukturen ist daher ebenfalls für eine nachhaltige Bereitstellung von Energiedienstleistungen von entscheidender Bedeutung. Die Effizienz des Transformationsprozesses kann beispielsweise durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) anstelle einer getrennten Erzeugung von Elektrizität und Wärme erhöht werden. In Bezug auf die Wahl der Primärenergieträger müssen u.a. die Treibhausgasreduktionserfordernisse berücksichtigt werden, d.h. eine verstärkte Nutzung CO<sub>2</sub>-armer Technologien (und insbesondere erneuerbarer Energieträger) ist notwendig.

Abbildung 1. Das Energiesystem: Von Energiedienstleistungen bis zum Transformationseinsatz



Quelle: Eigene Darstellung.

### B.1.3 Leitlinien für eine Transformation des Energiesystems

Das oben beschriebene strukturelle Verständnis von Energiesystemen zeigt, dass die benötigten Energiedienstleistungen durch ein breites Spektrum von Energieträgern bereitgestellt werden können, sowohl in Hinblick auf die Höhe des Energieeinsatzes als auch in Hinblick auf die eingesetzten Energieträger. Die Auswahl der Technologie kann sich nach technischen, ökologischen und ökonomischen Kriterien richten (s. z.B. Köppl et al., 2011).

- **Technische Kriterien**

Sowohl die Energie- als auch die Exergieeffizienz sollten optimiert werden. Das bedeutet einerseits, dass Transformations- und Verteilungsverluste minimiert werden. Andererseits muss auch die Qualität des Energieangebots an die Energienachfrage angepasst werden, d.h. dass z.B. hochwertige Energieträger wie Elektrizität nicht zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme genutzt werden sollten.

- **Ökonomische Kriterien**

Bei einer Bewertung von Technologien anhand von wirtschaftlichen Kriterien ist es notwendig, das gesamte System zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen zu betrachten. Langfristig könnten etwa der Bau und die Nutzung eines Passivhauses kostengünstiger sein als ein Gebäude mit niedrigem Energieeffizienzstandard und fossil betriebem Heizsystem.

- **Ökologische Kriterien**

Die Nutzung fossiler Energieträger hat weltweit gravierende Auswirkungen auf Ökosysteme sowie auf den globalen Klimawandel. Diese Aspekte sind ein wichtiges zusätzliches Motiv, um die Nutzung von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Auf Basis dieser Kriterien lassen sich drei Leitlinien für eine Restrukturierung der bestehenden Energiesysteme definieren: „low energy“, „low carbon“ und „low distance“ (siehe Köppl et al., 2011).

Dem Prinzip „low energy“ muss höchste Priorität bei der Transformation des Energiesystems beigemessen werden. Es subsumiert alle Aktivitäten, die auf eine effizientere Bereitstellung von Energiedienstleistungen abzielen. Das beinhaltet die Eliminierung redundanter Energiedienstleistungen (z.B. Personenkilometer, aber nicht den Zugang zu Waren und Personen) ebenso wie eine erhöhte Effizienz von Anwendungs- und Transformationstechnologien.

„Low Carbon“ bezeichnet einen kontrollierten Ausstieg aus fossilen Energieträgern, der nicht nur wegen des Klimawandels sondern auch aus Gründen der Energiesicherheit vorteilhaft ist. Eine Dekarbonisierung des Energiesystems kann nur in Kombination mit einer deutlichen Verbesserung der Energieeffizienz erreicht werden. Eine einfache Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien ist aufgrund von Einschränkungen in der Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien nicht möglich.

Die Leitlinie „low distance“ bezieht sich u.a. auf die regionale Verfügbarkeit von erneuerbaren Energieträgern. Eine stärkere Ausrichtung auf lokale Energieversorgungsstrukturen muss mit neuen Übertragungsnetzen für Strom und Fernwärme einhergehen.

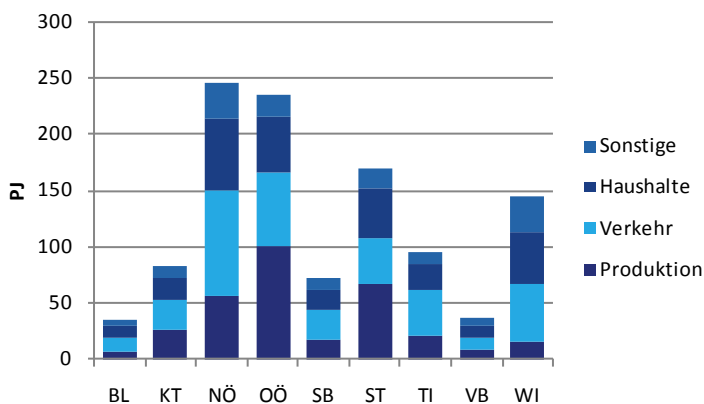
## B.2 Das österreichische Energiesystem im Überblick

### B.2.1 Energienachfrage

Die regional unterschiedliche Energienachfrage der Bundesländer spiegelt sowohl Größenunterschiede, demographische Unterschiede als auch Unterschiede im Niveau der wirtschaftlichen Aktivität und der Wirtschaftsstruktur wider. Der höchste energetische Endverbrauch entfällt auf Niederösterreich und Oberösterreich mit 246 PJ bzw. 235 PJ im Jahr 2010. Vorarlberg und das Burgenland weisen den geringsten Energieverbrauch auf.

Abbildung 2 zeigt, wie sich die Energienachfrage im Jahr 2010 auf die Sektoren aufteilt: Der Anteil der Industrie am Endenergieverbrauch beträgt in Österreich durchschnittlich 28 Prozent. In der Steiermark und Oberösterreich, wo energieintensive Industrien wie z.B. Eisen und Stahl angesiedelt sind, liegt der Anteil mit 40 bzw. 43 Prozent deutlich höher; in Wien, wo der Dienstleistungssektor eine große Rolle spielt, ist der Anteil der Industrie am Endverbrauch mit 11 Prozent am geringsten. Der Verkehr zeichnet in Österreich für rund ein Drittel des energetischen Endverbrauchs verantwortlich; auf Bundesländerebene liegt der Anteil des Verkehrs zwischen einem Viertel (Steiermark, Vorarlberg, Oberösterreich) und knapp 40 Prozent (Niederösterreich). Der Anteil der Haushalte am Endenergieverbrauch beträgt 20 Prozent (Oberösterreich) bis rund ein Drittel (Burgenland, Oberösterreich, Wien); österreichweit entfällt etwa ein Viertel des energetischen Endverbrauchs auf den Haushaltssektor. Die übrigen Sektoren (Dienstleistungen und Landwirtschaft) zeichnen für einen vergleichsweise geringen Anteil an der Energienachfrage verantwortlich, wobei Wien und Vorarlberg mit einem Anteil von 22 Prozent bzw. 18 Prozent eine Ausnahme darstellen.

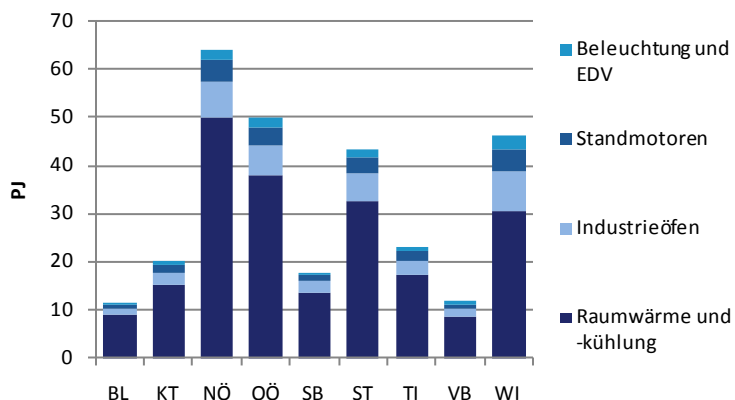
Abbildung 2. Energetischer Endverbrauch nach Sektor und Bundesland, 2010



Quelle: Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

Der energetische Endverbrauch der Haushalte nach Nutzenergiekategorie ist in Abbildung 3 dargestellt. In allen Bundesländern entfallen rund drei Viertel des Energieverbrauchs der Haushalte auf Raumwärme und -kühlung; allein Wien weist mit 66 Prozent einen vergleichsweise geringen Anteil auf, was auf einen geringen spezifischen Raumwärmebedarf in Folge des verdichteten Wohnbaus zurückzuführen ist. Die Nutzenergiekategorie Industrieöfen, die im Bereich der Haushalte u.a. Herde und Backöfen umfasst, trägt mit 11 bis 14 Prozent den zweitgrößten Anteil am Endenergieverbrauch der Haushalte. Auf die Kategorie Standmotoren, die u.a. Haushaltsgroßgeräte wie z.B. Kühlschränke umfasst, entfallen je nach Bundesland rund 6 bis 8 Prozent der Energienachfrage der Haushalte, der Anteil von Beleuchtung und EDV liegt zwischen 3 und 4 Prozent. Insgesamt teilt sich der Endenergieverbrauch der Haushalte mit Ausnahme von Wien (s.o.) in den einzelnen Bundesländern in etwa gleich auf die Nutzenergiekategorien auf.

Abbildung 3. Energetischer Endverbrauch der Haushalte nach Nutzenergiekategorie und Bundesland, 2010

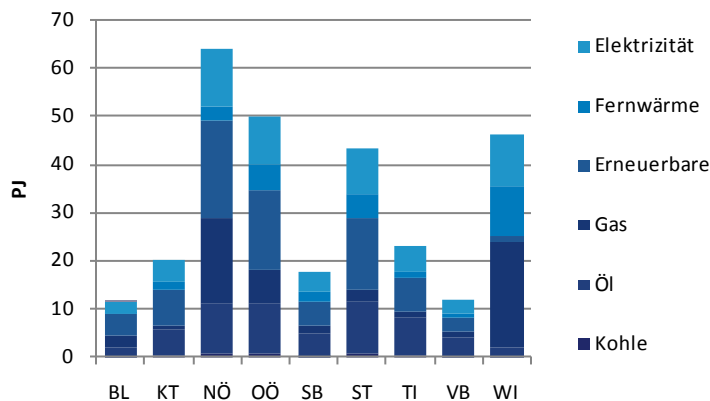


Quelle: Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

Der Energieträgermix der Haushalte ist in Abbildung 4 nach Bundesland dargestellt. Insgesamt setzt sich der Endenergieverbrauch der Haushalte in Österreich wie folgt zusammen: Auf er-

erneuerbare Energieträger entfallen 28 Prozent, der Anteil von Elektrizität, Öl und Gas beträgt jeweils rund 20 Prozent. 10 Prozent des Endenergieverbrauchs der Haushalte entfallen auf Fernwärme; der Anteil von Kohle liegt unter 1 Prozent. Auf Bundesländerebene liegt der Elektrizitätsanteil recht einheitlich zwischen 19 Prozent (Niederösterreich) und 25 Prozent (Salzburg, Vorarlberg). Größere Unterschiede sind bezüglich der anderen Energieträger zu beobachten: So beträgt der Anteil erneuerbarer Energieträger in Wien lediglich 3 Prozent während er in den übrigen Bundesländern zwischen 24 und 28 Prozent liegt. Öl ist in Wien ebenso von unterdurchschnittlicher Bedeutung (nur 4 Prozent). Demgegenüber weist Wien einen hohen Gasanteil (48 Prozent) auf.

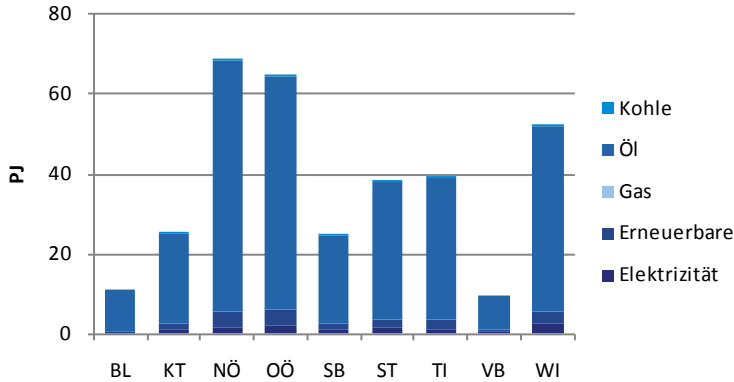
Abbildung 4. Energetischer Endverbrauch der Haushalte nach Energieträger und Bundesland, 2010



Quelle: Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

Im Bereich Verkehr sind Ölprodukte (exklusive Flugverkehr, Schifffahrt und Transport von Rohrleitungen) in allen Bundesländern die klar dominierenden Energieträger, deren Anteil zwischen 89 und 93 Prozent liegt. Enthalten sind dabei der Landverkehr (Personen- und Güterverkehr auf der Straße) und Eisenbahn (schienengebundener Personen- und Güterverkehr). Der Anteil der Erneuerbaren liegt in allen Bundesländern etwa bei 6 Prozent (Beimischungsanteil von Biotreibstoffen); jener von Gas beträgt ca. 0,05 Prozent. Der Anteil der Elektrizität variiert mit dem Anteil an Zugkilometern für Personen- und Güterverkehr bzw. dem elektrischen Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV el.) und liegt zwischen 1 Prozent im Burgenland und 5 Prozent in Wien.

Abbildung 5. Energetischer Endverbrauch für Landverkehr und Eisenbahn nach Energieträger und Bundesland, 2010

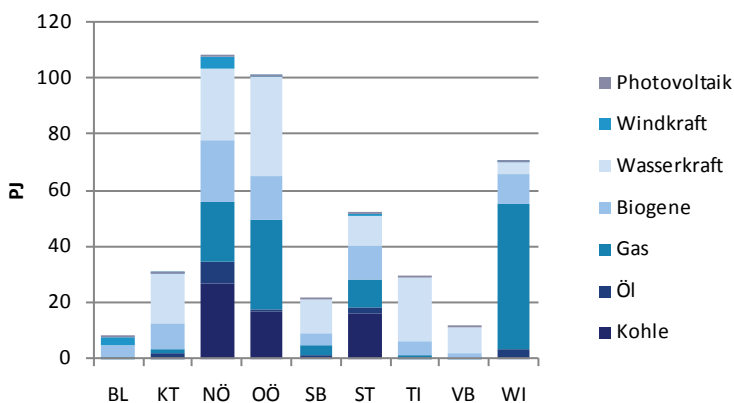


Quelle: Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

## B.2.2 Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme

In der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme dominieren in Österreich schon heute die erneuerbaren Energieträger (Abbildung 6). Österreichweit entfallen rund 54 Prozent des gesamten Transformationseinsatzes für Elektrizität und Fernwärme auf erneuerbare Energien, wobei die Wasserkraft (32 Prozent) gefolgt von Biomasse (20 Prozent) den größten Beitrag leistet. Wind, Photovoltaik und Geothermie spielen derzeit nur eine untergeordnete Rolle. Fossile Energieträger (insbesondere Gas und Kohle) sind vorwiegend in den Bundesländern Oberösterreich, Niederösterreich und Steiermark konzentriert. Auf Österreich hochgerechnet beträgt der Anteil von Kohle 14 Prozent des Transformationseinsatzes für Elektrizität und Fernwärme; jener von Gas liegt bei 28 Prozent.

Abbildung 6. Transformationseinsatz zur Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme nach Bundesland und Energieträger, 2010

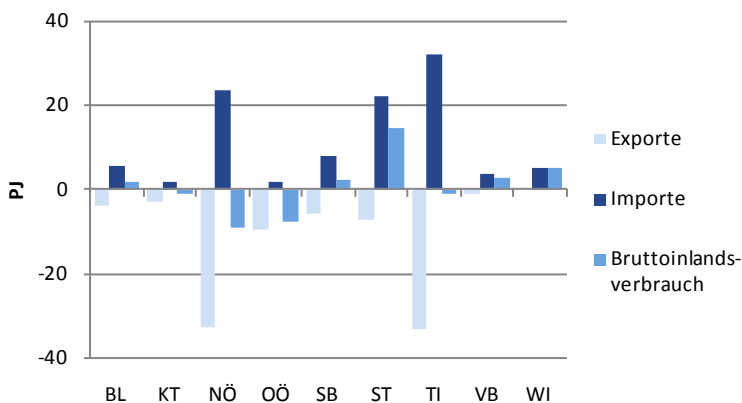


Quelle: Statistik Austria (2012b); eigene Darstellung.

Abbildung 7 zeigt die Exporte, Importe sowie den Bruttoinlandsverbrauch (Nettoimporte) an Elektrizität in den österreichischen Bundesländern. Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich

und Tirol sind Nettoexporteure von Elektrizität. Die übrigen Bundesländer importieren im Jahresdurchschnitt mehr als sie exportieren. Auch insgesamt war Österreich im Jahr 2010 ein Nettoimporteur von Elektrizität; rund 8 PJ wurden aus dem Ausland importiert.

Abbildung 7. Exporte, Importe und Bruttoinlandsverbrauch an Elektrizität nach Bundesland, 2010



Quelle: Statistik Austria (2012b); eigene Darstellung.

## B.3 Potentiale für Effizienzsteigerungen und erneuerbare Energieträger

Aus der Beschreibung des Energiesystems in Abschnitt B.2 lassen sich allgemeine Potentiale für eine Steigerung der Energieeffizienz sowie des Anteils erneuerbarer Energieträger in den österreichischen Bundesländern ableiten, die im Folgenden für die Bereiche Mobilität, Gebäude und Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme zusammengefasst werden.

### B.3.1 Potentiale im Bereich Mobilität

Für eine Analyse von Restrukturierungspotentialen steht der Aspekt der Energiedienstleistung im Vordergrund. Letztlich ist es der Zugang zu Personen, Gütern und Dienstleistungen, die durch die Dienstleistung Mobilität gewährt wird. Für den Personenverkehr ist die Verkehrsleistung in Personenkilometern der zentrale Indikator für die Energiedienstleistung Mobilität, der jedoch hinsichtlich möglicher Reduktionspotentiale noch näher untergliedert werden muss:

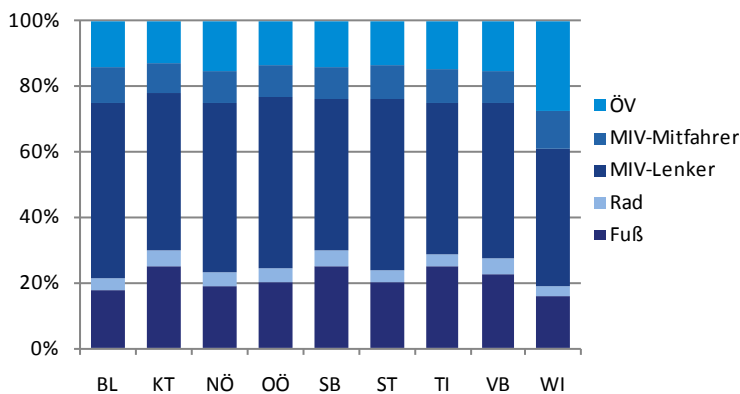
- nach der Raumstruktur (Agglomeration, zentrale und periphere Orte)
- nach Weglänge (z.B. bis zu 2 km, 10 km, 100 km)
- nach Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Bahn, Rad, Fuß)
- nach Wegzweck (Arbeit, Freizeit, Ausbildung etc.)

Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Wege nach Verkehrsmittel und Bundesländer. Einflussfaktoren für die Verkehrsmittelwahl sind unter anderem etwa die Verfügbarkeit von unterschiedlichen Verkehrsmitteln (Öffentlicher Verkehr (ÖV), Pkw), das Einkommen aber auch raumstrukturelle Gegebenheiten. So ist die Steiermark aufgrund der von Zersiedelung geprägten Raum-



struktur vom motorisierten Individualverkehr (MIV) stark abhängig, während in Wien mit einem hohen ÖV-Angebot der Anteil am ÖV mehr als doppelt so hoch ist als in der Steiermark. Werden alle von der österreichischen Bevölkerung 2005 zurückgelegten Wege betrachtet, werden rund 59 % der Wege mit dem Pkw (als Lenker oder Mitfahrer) zurückgelegt, der Rest verteilt sich auf Fußwege (21 %), Radwege (4 %) und den ÖV (17 %). Erhebungsbasis ist die österreichische Bevölkerung ab 6 Jahren ohne Urlaubsverkehr und Fernreisen. Bundesländer wie die Steiermark, Burgenland, Nieder- und Oberösterreich weisen im Vergleich zum österreichischen Durchschnitt einen höheren Anteil an Pkw-Weegen auf.

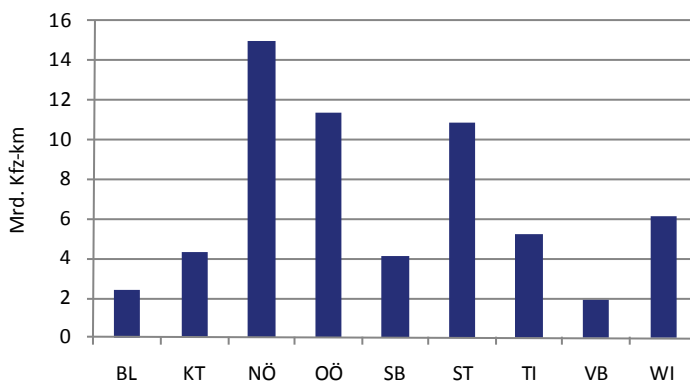
Abbildung 8. Verkehrsmittelwahl nach Bundesländern (Anzahl der Wege) 2005



Quelle: Käfer et al. (2009); eigene Darstellung.

Die Fahr- (Fahrzeugkilometer) und Verkehrsleistung (Personenkilometer) (Anzahl der Wege x Weglänge) ist ein Basisindikator für den Energieverbrauch im Bereich Mobilität. Auch hier zeigen sich gemäß der Struktur an Arbeits- und Wohnbevölkerung sowie raumstrukturellen Gegebenheiten Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern. Die höchsten Fahrleistungen mit dem Pkw (in Kfz-km) weisen Niederösterreich, Oberösterreich und die Steiermark auf (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9. Fahrleistung im Personenverkehr (Pkw) nach Bundesländern 2005



Quelle: Käfer et al. (2009); eigene Darstellung.

Die Anteile der Wege können auch nach Weglänge unterschieden betrachtet werden. Dabei zeigt sich für das Jahr 1995, dass die Österreicherinnen und Österreicher bereits 20 % aller Wege bis zu einer Distanz von nur einem Kilometer mit dem Pkw durchführen, wohingegen 69 % der Wege dieser Weglänge noch zu Fuß zurückgelegt werden. Bereits bei einer Weglänge von bis zu zwei km werden 30% der Wege mit dem Pkw zurückgelegt (Lenker und Mitfahrer). Für alle Wege von bis zu 4 Kilometern zeigt sich kumuliert, dass bereits 37 % mit dem Pkw (Lenker und Mitfahrer) durchgeführt werden. Die starke Verwendung des Pkw selbst auf kürzesten Strecken zeigt die derzeit starke Affinität zum Pkw, bedeutet aber auch gleichzeitig, dass gerade in diesem Segment ein hohes Potential für den Umstieg vom Pkw auf energiesparende Verkehrsmittel wie Rad und Fuß besteht.

Abbildung 10. Wege nach Weglänge und Verkehrsmittel 1995 (Anteil der Wege in %)

| Weglänge  | PKW | FUSS | RAD | OV  | Gesamt |
|-----------|-----|------|-----|-----|--------|
| bis 1km   | 20% | 69%  | 9%  | 2%  | 100%   |
| bis 2km   | 30% | 56%  | 9%  | 5%  | 100%   |
| bis 4km   | 37% | 45%  | 8%  | 10% | 100%   |
| bis 10km  | 44% | 34%  | 7%  | 14% | 100%   |
| bis 180km | 51% | 27%  | 5%  | 17% | 100%   |

Quelle: Käfer et al. (2009); eigene Darstellung.

Basierend auf der Analyse der Verkehrsgewohnheiten und -muster in den einzelnen Bundesländern und Österreich gesamt, lassen sich Potentiale zur Energieeinsparung in folgenden Bereichen ableiten: (1) Reduktion redundanter bzw. erzwungenen Mobilität (Raumstruktur) (2) Umstieg auf energiesparende Verkehrsmittel (Öffentlicher Verkehr, ÖV und Nicht Motorisierter Verkehr, NMIV) (3) Umstieg auf alternative Antriebstechnologien (Elektro-Fahrzeuge oder Leichtbauweise) und (4) Effizienzsteigerungen konventioneller Antriebe. Wesentlich für den politischen Planungsprozess bei Erstellung von Maßnahmen im Bereich Mobilität ist die Einhaltung der logischen Abfolge und Ausschöpfung der damit verbundenen Potentiale. Es macht kaum Sinn, Wege, die mit Pkw mit konventionellem Antrieb zurückgelegt wurden, mit E-Fahrzeugen zurückzulegen, wenn nicht vorher geprüft wird, ob diese nicht auch mit dem NMIV oder dem ÖV zurückgelegt werden können oder z.B. bei andere raumstruktureller Situation gänzlich entfallen können.

### B.3.2 Potentiale im Bereich Gebäude

Sowohl die Gebäudestruktur als auch die Bauperiode sind für den spezifischen Raumwärmebedarf des Gebäudebestands von Relevanz. Grundsätzlich weist der verdichtete Wohnbau gegenüber Ein- und Zweifamilienhäusern eine höhere Energieeffizienz aus (siehe Tabelle 1). In Hinblick auf die Bauperiode gibt es insbesondere bei Gebäuden aus der Bauperiode 1945-1960 ein hohes Einsparungspotential durch thermische Sanierung, da die Gebäude aus der Nachkriegsperiode eine vergleichsweise niedrige Energieeffizienz aufweisen (siehe z.B. Kletzan-Slamanig et al., 2008; Köppl et al., 2011).

Tabelle 1. Energiebedarf des Gebäudebestands nach Bauperiode und Bundesland in kWh/m<sup>2</sup>.a

|                           | BL  | KT  | NÖ  | OÖ  | SB  | ST  | TI  | VO  | WI  |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Einfamilienhäuser</b>  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| vor 1900                  | 299 | 344 | 332 | 331 | 345 | 331 | 368 | 323 | 316 |
| 1900-1945                 | 323 | 371 | 358 | 357 | 373 | 357 | 397 | 348 | 341 |
| 1945-1960                 | 345 | 398 | 383 | 382 | 397 | 382 | 425 | 373 | 365 |
| 1961-1980                 | 221 | 255 | 246 | 245 | 255 | 244 | 272 | 238 | 234 |
| >1980                     | 134 | 154 | 149 | 149 | 154 | 147 | 164 | 143 | 142 |
| <b>Mehrfamilienhäuser</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| vor 1900                  | 113 | 131 | 125 | 125 | 130 | 125 | 139 | 121 | 120 |
| 1900-1945                 | 161 | 186 | 178 | 177 | 185 | 178 | 198 | 173 | 170 |
| 1945-1960                 | 139 | 161 | 154 | 154 | 160 | 154 | 171 | 150 | 147 |
| 1961-1980                 | 139 | 160 | 153 | 153 | 169 | 153 | 170 | 149 | 146 |
| >1980                     | 83  | 96  | 92  | 91  | 95  | 91  | 101 | 88  | 88  |

Quelle: Kletzan-Slamanig et al. (2008); eigene Darstellung.

Das in Kletzan-Slamanig et al. (2008) ausgewiesene durchschnittliche Einsparungspotential von Ein- und Mehrfamilienhäusern nach Bauperiode ist in Tabelle 2 zusammengefasst und dient in Folge als Basis zur Berechnung der Energieeffizienzsteigerung durch thermische Sanierung auf Bundesländerebene.

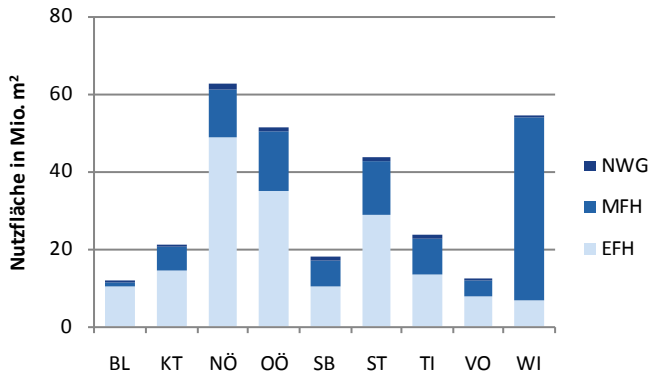
Tabelle 2. Energieeinsparungspotential des Gebäudebestands durch thermische Sanierung nach Bauperiode in Prozent

|                           | Einsparung in % |
|---------------------------|-----------------|
| <b>Einfamilienhäuser</b>  |                 |
| vor 1900                  | 86              |
| 1900-1945                 | 87              |
| 1945-1960                 | 88              |
| 1961-1980                 | 81              |
| >1980                     | 68              |
| <b>Mehrfamilienhäuser</b> |                 |
| vor 1900                  | 66              |
| 1900-1945                 | 76              |
| 1945-1960                 | 73              |
| 1961-1980                 | 73              |
| >1980                     | 54              |

Quelle: Kletzan-Slamanig et al. (2008); eigene Darstellung.

Abbildung 11 illustriert die Struktur des österreichischen Gebäudebestands nach Bundesländern auf Basis der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (Statistik Austria, 2004a). Im Burgenland entfallen mehr als 90 Prozent der gesamten Wohnnutzfläche auf Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH); in Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark beträgt der Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser zwei Drittel oder mehr. Den geringsten Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern weisen nach Wien (12 Prozent) Salzburg (58 Prozent), Tirol (56 Prozent) und Vorarlberg (64 Prozent) auf.

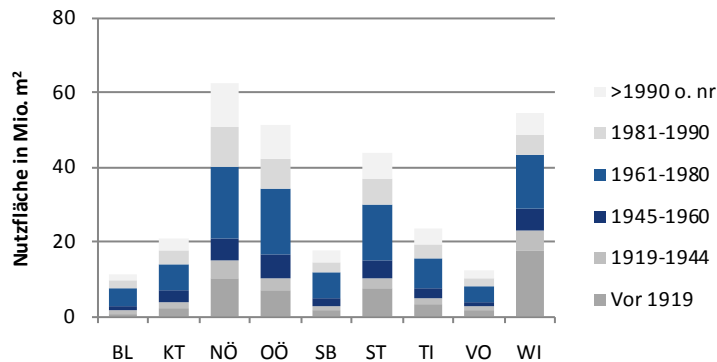
Abbildung 11. Wohnnutzfläche nach Gebäudetyp und Bundesland, 2001



Quelle: Statistik Austria (2004a); eigene Darstellung.

Die Disaggregation der Wohnnutzfläche nach Bauperiode zeigt, dass in allen Bundesländern rund ein Drittel des Gebäudebestands in der Bauperiode 1961 bis 1980 und rund 10 Prozent im Zeitraum 1945-1960 errichtet wurden (Abbildung 12).

Abbildung 12. Wohnnutzfläche nach Bauperiode und Bundesland, 2001



Quelle: Statistik Austria (2004a); eigene Darstellung.

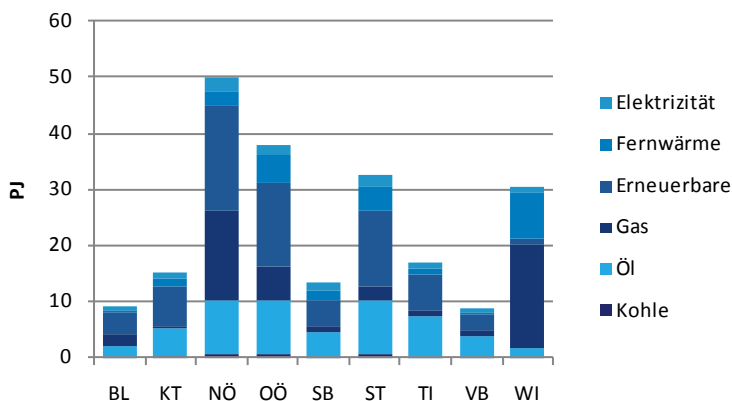
In allen Bundesländern kann von einem großen Energieeffizienzpotential im Rahmen der thermischen Sanierung ausgegangen werden. Nach Ausschöpfung der Energieeffizienzpotentiale besteht jedoch noch ein regional differenziertes Potential für eine zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energieträger.

Der Energieträgermix, der für die Bereitstellung von Raumwärme (und -kühlung) im Haushaltssektor verwendet wird, unterscheidet sich zwischen den Bundesländern deutlich. Wie in Abbildung 13 ersichtlich, spielt Heizöl in vielen Bundesländern noch eine wichtige Rolle: In Tirol und Vorarlberg werden 2010 jeweils mehr als 40 Prozent des Raumwärmebedarfs der Haushalte durch Heizöl gedeckt, in Kärnten, der Steiermark und Salzburg liegt der Heizölanteil bei ca. 30 Prozent, im Burgenland, Niederösterreich und Oberösterreich bei 19 Prozent und mehr. Am geringsten ist der Anteil von Heizöl für Raumwärme in Wien (5 Prozent). In Österreich entfällt

rund ein Viertel des Raumwärmebedarfs der Haushalte auf Gas, wobei es auch hier starke regionale Unterschiede gibt: Wien und Oberösterreich weisen mit 60 bzw. 32 Prozent einen überdurchschnittlichen Anteil an Gas auf. Erneuerbare Energieträger decken den größten Anteil des Raumwärmebedarfs (österreichweit mehr als ein Drittel; im Burgenland und in Kärnten 45 Prozent). Fernwärme und Elektrizität spielen in der Raumwärmebereitstellung mit Ausnahme von Salzburg, der Steiermark und Wien eine eher untergeordnete Rolle.

Im Rahmen einer Restrukturierung des Energiesystems gilt es, fossile Energieträger durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen sowie den Einsatz von Elektrizität zu Heizzwecken zu mindern, um auch eine hohe Exergieeffizienz zu erreichen. In Hinblick auf den Ausbau von (erneuerbarer) Fernwärme ist der zukünftige Energiebedarf von Gebäuden zu beachten, der aufgrund der verbesserten Energieeffizienz um ein vielfaches geringer ausfallen wird als heute. Hier gilt es, die Netze nicht zu überdimensionieren, sondern am zukünftigen Bedarf auszurichten.

Abbildung 13. Energetischer Endverbrauch der Haushalte für Raumwärme nach Energieträger und Bundesland, 2010



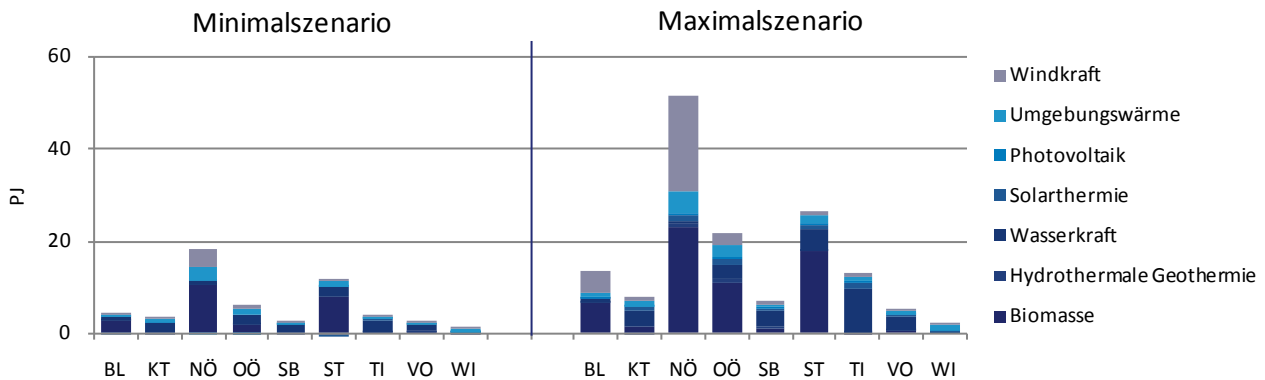
Quelle: Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

### B.3.3 Potentiale in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme

Erneuerbare Energieträger spielen in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme bereits heute in allen Bundesländern eine Schlüsselrolle (siehe oben). Für die weitere Forcierung erneuerbarer Energieträger gilt es, die regionalen Potentiale sowie die Entwicklungen in der Endenergienachfrage (d.h. den zu erwartenden Anstieg der Elektrizitätsnachfrage) zu berücksichtigen.

Die Potentiale für erneuerbare Energieträger in Österreich fallen sehr unterschiedlich aus (siehe Stanzer et al., 2010). Das gilt sowohl für das gesamte in den Regionen verfügbare Potential als auch für die Zusammensetzung. Generell liegt das größte unausgeschöpfte Potential bei Biomasse gefolgt von Windkraft vor. In Hinblick auf Biomasse muss jedoch eine Nutzungskonkurrenz mit dem Einsatz in Haushalten und im Verkehrssektor beachtet werden.

Abbildung 14. Unausgeschöpfte Potentiale erneuerbarer Energieträger in Österreich bis 2020



Quelle: Stanzer et al. (2010), Statistik Austria (2012a); eigene Darstellung.

Neben einem Shift zu erneuerbaren Energieträgern gilt es auch in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme die Effizienz zu erhöhen. In Bezug auf thermische Kraftwerke bedeutet das eine kombinierte Erzeugung von Elektrizität und Wärme im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplung, da so Transformationsverluste reduziert werden können.

## B.4 Ökonomische Effekte einer Restrukturierung des Energiesystems

Ökonomische Analysen, z.B. im Rahmen des Impact Assessments des Energiefahrplans 2050, zeigen, dass eine Erhöhung der Energieeffizienz und eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger langfristig kostengünstiger sind als eine Entwicklung entlang eines Business-as-Usual-Pfades. Zudem kann durch eine Reduktion der Nachfrage nach fossilen Energieträgern die Importabhängigkeit reduziert werden bzw. die Energiesicherheit erhöht werden.

Ob und in welchem Ausmaß Energieeffizienzmaßnahmen und eine Forcierung erneuerbarer Energien positive Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mit sich bringen, hängt einerseits von der Art der Maßnahme und andererseits von der Wirtschaftsstruktur ab. Generell sind folgende Effekte zu erwarten:

- Die Nachfrage nach den entsprechenden Investitionsgütern und -leistungen im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger löst regional- und volkswirtschaftliche Effekte aus, die zeitlich allerdings auf die Implementierungsphase dieser Maßnahmen beschränkt sind.
- Effizienzsteigerungen in der Energienutzung und damit verbundene Betriebskosteneinsparungen führen zu Nachfrageveränderungen: Bei konstanter Konsumneigung wird Energie durch andere Güter und Dienstleistungen ersetzt.
- Eine erhöhte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern führt zu einer Substitution importierter Energieträger wie Erdöl und Erdgas.

Im Folgenden werden die Effekte unterschiedlicher Maßnahmenbündel zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger in den österreichischen Bundes-

ländern simuliert. Dazu werden Klima- und Energiemodellregionen in den einzelnen Bundesländern als Fallstudien ausgewählt und deren Ziele auf die Bundesländer hochgerechnet. Die Fallbeispiele sind nicht als Vorschläge für Bundesländerspezifische Zielsetzungen zu verstehen, sondern illustrieren die Effekte verschiedener Maßnahmenbündel in unterschiedlichen Bundesländern.

# C Berechnung der ökonomischen Effekte von KEM-Maßnahmen

## C.1 Die betrachteten Maßnahmen im Überblick

Im Rahmen des Förderprogramms Klima- und Energie Modellregionen ist die Erstellung eines Umsetzungskonzepts verpflichtend (siehe oben), in dem die regionalen Zielvorstellungen bezüglich der Ausschöpfung von Potentialen in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger beschrieben sind. Derzeit sind Umsetzungskonzepte, die sich sowohl bezüglich ihres Umfangs als auch bezüglich ihrer Detailliertheit (insbesondere auch in Hinblick auf die Erhebung der Ist-Situation von Energienachfrage und -bereitstellung und der Quantifizierung von Zielen) zum Teil sehr stark unterscheiden, für 35 Modellregionen verfügbar (siehe Appendix A). Für die vorliegende Studie wurde jeweils eine Case Study Region aus den Bundesländern Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark ausgewählt. Für diese Case Studies werden die geplanten Maßnahmen in den Bereichen Mobilität, Wohngebäude und Energiebereitstellung analysiert. Ausgehend von den Maßnahmenvorschlägen für die ausgewählten Regionen werden diese auf Bundesländerebene (annäherungsweise) hochgerechnet.

Die vorliegende Studie kann selbst als Potentialstudie interpretiert werden, die die ökonomischen Effekte aus einer Umsetzung der geplanten Maßnahmen und nicht die Wirkung des Förderprogramms „Klima- und Energiemodellregionen“ abbildet. Das trifft umso mehr zu, als die Hochrechnung auf die Bundesländer auf Basis einzelner, nicht notwendigerweise repräsentativer Case Studies bzw. im Falle nicht hinreichend spezifizierter Umsetzungskonzepte auf Basis von Durchschnittswerten und Potentialstudien durchgeführt wird.

Für die Bundesländer Salzburg, Tirol und Vorarlberg liegen keine ausreichend spezifizierten Umsetzungskonzepte vor, die sich für eine Evaluierung eignen. Für die Bereiche Mobilität und Wohngebäude werden daher Zielwerte für Effizienzsteigerungen und Investitionen in erneuerbare Energien angenommen, die den unteren Zielwerten der übrigen Bundesländer entsprechen<sup>2</sup>; für den Bereich Energiebereitstellung erfolgt die Berechnung der zusätzlichen Produktion von erneuerbarer Elektrizität und Fernwärme auf Basis von Potentialstudien. Da es in Wien aufgrund der Bevölkerungsobergrenze, die im Rahmen des Förderprogramms „Klima- und Energiemodellregionen“ vorgegeben wird, keine KEM-Regionen gibt, werden für Wien im Rahmen dieser Studie keine zusätzlichen Effizienzsteigerungen und Investitionen in erneuerbare Energien angenommen.

Auf Basis der Umsetzungskonzepte wurden folgende KEM-Regionen als Case Studies ausgewählt<sup>3</sup>:

---

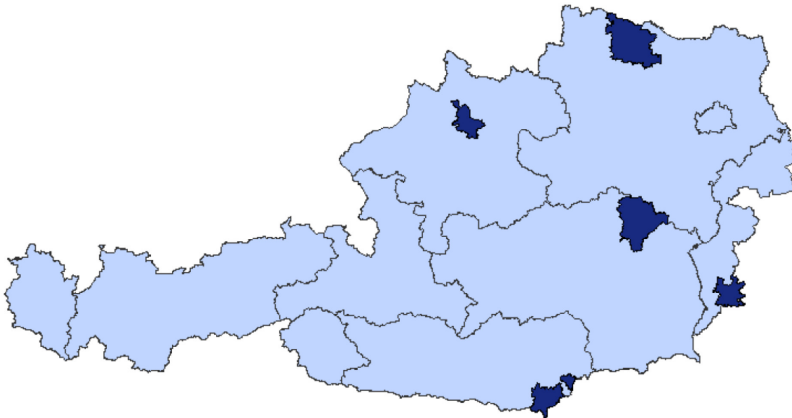
<sup>2</sup> Die unteren Zielwerte wurden gewählt, da keine überdurchschnittlich ambitionierten Zielsetzungen aus den Umsetzungskonzepten abzuleiten waren und die Klima- und Energiemodellregionen jeweils einen vergleichsweise geringen Teil des Bundeslandes abdecken.

<sup>3</sup> Es wurden jene KEM-Regionen ausgewählt, deren Umsetzungskonzepte bezüglich der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Erneuerbarer Energien hinreichend spezifiziert waren. Für Nieder- und Oberösterreich wa-



- Burgenland: KEM-Region *Das Ökoenergieland*
- Kärnten: KEM-Region *Südkärnten*
- Niederösterreich: KEM-Region *Waldviertler Wohlviertel*
- Oberösterreich: KEM-Region *Eferding*
- Steiermark: KEM-Region *Mürzzuschlag*

Abbildung 15. Die Case Study KEM-Regionen



Quelle: Eigene Darstellung.

Die in den Umsetzungskonzepten enthaltenen Maßnahmen für die Bereiche Mobilität, Wohngebäude und Energiebereitstellung werden im Folgenden zusammenfassend beschrieben. Eine detaillierte Aufstellung der Maßnahmen nach KEM-Region findet sich in Appendix B.

Die Maßnahmen in den Umsetzungskonzepten für den Bereich Mobilität fokussieren auf:

- Reduktion der Fahrleistung des Motorisierten Individualverkehrs (MIV)
- Umstieg vom MIV auf den Öffentlichen Verkehr (ÖV) und den Nicht Motorisierten Individualverkehr (NMIV)
- Steigerung der Effizienz bei Fahrten mit konventionellen Fahrzeugen
- Umstieg auf Elektro-Mobilität
- Umstieg auf erneuerbare Treibstoffe

In den einzelnen Case Study Regionen werden vor allem Optimierungsmaßnahmen in den Vordergrund gestellt. Diese beinhalten meist Zielsetzungen wie den Umstieg auf Öffentliche Verkehrsmittel (ÖV) oder nicht-motorisierten Individualverkehr (NMIV), spritsparende Fahrweise und die Bildung von Fahrgemeinschaften. Lenkungsmaßnahmen wie die Parkraum-Bevorzugung von Kfz mit E-Antrieb und Fahrberatung unterstützen die für die Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen notwendigen Verhaltensänderungen. Da die Einsparungspotentiale bzw. Ziele teilweise gesamthaft ausgewiesen sind, mussten diese auf die Einzelmaßnahmen herunter gebrochen werden.

---

ren mehrere potentielle Case Study Regionen verfügbar; hier wurde die Auswahl in Absprache mit dem Auftraggeber getroffen.

Eine Reduktion der Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr (MIV) durch die Bildung von Fahrgemeinschaften insbesondere für Pendler ist in den Case Study Regionen eine oft genannte Maßnahme, die vor allem in ländlichen, vom ÖV weniger erschlossenen, Regionen ein großes Potential darstellt. Für diese Maßnahmenkategorie wird in den Umsetzungskonzepten von einem Reduktionspotential des Energiebedarfs im MIV bis 2020 im Vergleich zu 2009 von 1 bis 10 Prozent ausgegangen. Ein ebenso in vielen Regionen angeführter Maßnahmenbereich bezieht sich auf eine Verlagerung des MIV mit Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren zugunsten von Elektro-Mobilität. Die Zielwerte für den Flottenanteil von Elektroautos liegen hier zwischen 6 und 9 Prozent bis 2020. In mehr als der Hälfte der Case Study Regionen ist der Umstieg auf Biotreibstoffe eine weitere geplante Maßnahme. Vorgeschlagen wird in einer der ausgewählten Case Study Regionen etwa eine Erhöhung des energetischen Beimischungsanteils auf 10 Prozent bis 2014. Der Beimischungsanteil kann allerdings nicht regional geregelt werden, sondern wird über die Kraftstoffverordnung national bestimmt, die sich an der EU Richtlinie 2003/30/EG zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen orientiert<sup>4</sup>.

Im Bereich Wohngebäude beinhalten die Umsetzungskonzepte drei zentrale Maßnahmen:

- Thermische Sanierung
- Heizungstausch – Austausch fossiler Systeme durch Erneuerbare
- Senkung des Elektrizitätsverbrauchs

Die Effizienzsteigerungen durch thermische Sanierung und im Bereich des Elektrizitätsverbrauchs sowie die Veränderung des Energieträgermixes, die durch den Austausch der Heizsysteme erreicht werden sollen, fallen in den einzelnen KEM-Regionen sehr unterschiedlich aus (siehe Appendix B). Durch thermische Sanierung sollen z.B. bis 2020, je nach Case Study Region, 13 bis 25 Prozent des Raumwärmebedarfs in Wohngebäuden eingespart werden; für die Einsparung von Elektrizität im Jahr 2020 liegen die Zielwerte zwischen 2 und 17 Prozent.

Im Bereich der Energiebereitstellung werden in den Umsetzungskonzepten der Case Study Regionen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt, wobei Änderungen im Energiemix in den meisten Fällen erst nach Effizienzverbesserungen berücksichtigt werden, was eine effiziente Nutzung der vorhandenen Ressourcen ermöglicht. Die meisten Regionen verfolgen einen verstärkten Ausbau von PV, Biomasse und Windkraft; Wasserkraft nimmt eine eher untergeordnete Rolle ein. Aufgrund der in Oberösterreich insgesamt vorhandenen, vergleichsweise großen Potentiale von hydrothormaler Geothermie, ist im Umsetzungskonzept der KEM-Region Eferding auch die Nutzung von Geothermie zur Bereitstellung von Fernwärme enthalten.

---

<sup>4</sup> Es ist hier jedoch darauf hinzuweisen, dass sich beispielsweise die EU Kommission zunehmend skeptisch bezüglich Biotreibstoff-Beimischung mit höheren Anteilen zeigt (ob deren globaler Netto-THG-Wirkung, insbesondere durch indirekte Landnutzungsänderungen), oder der WBGU (Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltfragen) sich jüngst für eine deutliche Absenkung der Beimischungsrate ausspricht, weil auf anderen Wegen (z.B. E-Mobilität) eine wesentlich bessere globale Treibhausgasbilanz erzielt werden kann.

## C.2 Modellierung der energetischen Effekte der KEM-Maßnahmen

In diesem Kapitel wird der methodische Ansatz zur Ermittlung der Energieeinsparung und der Veränderung des Energieträgermix in den Bereichen Mobilität, Gebäude und Energiebereitstellung beschrieben, wobei auch auf die zugrundeliegenden Datenquellen eingegangen wird.

### C.2.1 Methodische Vorgangsweise Mobilität

Ausgangspunkt für die Ermittlung der Einsparungspotentiale der Maßnahmen im Bereich Mobilität sind Verkehrsdaten der Bundesländer für den Bestand. Dies sind die Fahrleistung (in Kfz-km) und die Verkehrsleistung im Personenverkehr (in Personenkilometern, P-km), die wiederum unterschieden werden nach öffentlichem Verkehr (ÖV), nicht-motorisiertem Individualverkehr (NMIV, zu Fuß und Rad) und dem motorisierten Individualverkehr (MIV) sowie nach unterschiedlichen Antriebsarten (Benzin, Diesel, Hybrid und E-Fahrzeuge). Als Quellen dienen die Daten aus der Verkehrsprognose 2025+ (Käfer et al., 2009) zu Fahrleistung im MIV im Bestand. Die Verkehrsleistung in P-km wird mit durchschnittlichen Besetzungsgraden abgeleitet. Für den ÖV wird die Verkehrsleistung mittels Anzahl der Wege nach Verkehrsmittel (Käfer et al., 2009) und durchschnittlichen Weglängen nach Bundesland (Herry und Sammer, 1999) abgeschätzt, sofern nicht detaillierte Daten aus Mobilitätserhebungen (Amt der NÖ Landesregierung, 2008 und Herry et al., 2009) oder Sonderauswertungen der Bundesländer (Wegener Zentrum et al., 2010; Kribernegg, 2010) verfügbar sind.

Zu den Fahrleistungsdaten wurden Zeitreihen zu Anzahl der Pkw und Kombi aus den Abteilungen für Statistik oder Verkehr der Bundesländer angefordert.<sup>5</sup> Die Prognose des Kfz-Bestands bis 2020 sowie die Energiekoeffizienten (kWh/Kfz-km) pro Verkehrsmittel basieren auf einer Studie zur Erstellung globaler Emissionsdaten für österreichische Kfz der TU Graz (Hausberger, 2010). Die Prognosen der Fahrleistung und der Verkehrsleistung auf Bundesländer-Ebene basieren auf eigenen Berechnungen unter Berücksichtigung der Verkehrsprognose 2025+ auf Österreich-Ebene (Käfer et al., 2009).

Basis für die Berechnungen des Endenergiebedarfs sind die tatsächlich im Bundesland zurückgelegten Kfz-km (MIV) bzw. Personenkilometer (ÖV). Die Veränderungen im Energieverbrauch werden auf Basis der in Wolkinger et al. (2012) entwickelten Methodik berechnet: Ausgehend von einem Referenzszenario für Verkehrsleistung pro Bundesland bis 2020 wird ein Energiereferenzpfad für Personenmobilität ( $m$ ) spezifiziert als

$$En_t^m = \sum_{ij} Pop_t \cdot \frac{Veh_{ij,t}}{Pop_t} \cdot \frac{pkm_{ij,t}}{Veh_{ij,t}} \cdot \frac{En_{ij,t}}{pkm_{ij,t}} \quad (1)$$

wobei  $En_t^m$  der Endenergiebedarf,  $Pop$  die Bevölkerung,  $Veh_{ij}$  den Kfz-Bestand des Typs  $i$  (Benzin, Diesel) mit Transportmittel  $j$  (Pkw, ÖV-Bus, ÖV-Bahn und ÖPNV) und  $En_{ij} / pkm_{ij}$  den Energiekoeffizienten jeweils zum Zeitpunkt  $t$  bezeichnen (Wolkinger et al., 2012). Die zugrun-

<sup>5</sup> Amt der NÖ Landesregierung (2011), Landesstatistik Vorarlberg (2010), Landesstatistik Steiermark (2010), Statistik Austria (2010).

deliegenden Energiekoeffizienten, die im Referenzszenario als konstant angenommen werden (ohne Berücksichtigung von Effizienzmaßnahmen), sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3. Energiekoeffizienten im Referenzszenario Mobilität

| Energiekoeffizienten                                      | 2010  |
|---|-------|
| <b>Motorisierter Individualverkehr (MIV) [kWh/Kfz-km]</b> |       |
| Benzin  | 0,671 |
| Diesel  | 0,628 |
| elektrisch*)  | 0,210 |
| <b>Öffentlicher Verkehr (ÖV) [kWh/P-km]</b>               |       |
| Bus   | 0,124 |
| Bahn  | 0,092 |
| Öffentlicher Personen-Nahverkehr elektrisch               | 0,059 |

\*) für Mittelklassewagen (Warmstart Gesamtzyklus)

Quelle: Hausberger (2010), Schwingshackl (2010); eigene Darstellung.

Je nach Art der Maßnahme werden einzelne Komponenten in Gleichung (1) unterschiedlich beeinflusst und ergeben einen vom Referenzpfad abweichenden Energieverbrauch und damit die Energieeinsparung. Maßnahmen, die die Energieeffizienz steigern, wie ein Umstieg auf Elektromobilität, beeinflussen den Koeffizienten  $En_{ij,t} / pkm_{ij,t}$ . Maßnahmen, die zu einer Reduktion der P-km im MIV bzw. zu einem Modal Shift führen, bewirken eine Änderung im Term  $pkm_{ij,t} / Veh_{ij,t}$ . Wie stark die jeweiligen Terme je Bundesland verändert werden, d.h. die Höhe und Art der Einsparung, orientiert sich in dieser Studie an den Maßnahmen der für das Bundesland exemplarisch –um die Wirkungsmechanismen aufzuzeigen– ausgewählten KEM Case Studies.

## C.2.2 Methodische Vorgehensweise im Bereich Gebäude

Die Analyse von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger in Wohngebäuden beginnt bei den wohlstandsrelevanten Energiedienstleistungen.

Die zentrale Energiedienstleistung „angenehmes Raumklima“ wird mit Hilfe der Gebäudefläche approximiert. Durch Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich (insbesondere durch eine Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäudehülle durch thermische Sanierung aber auch neue, effizientere Heizsysteme) soll die Energienachfrage je Serviceeinheit (d.h. je m<sup>2</sup>) und letztendlich absolut reduziert werden. Ein höherer Anteil von erneuerbaren Energieträgern soll zusätzlich Emissionen vermeiden.

Sowohl die Gebäudestruktur als auch die Bauperiode sind für den spezifischen Raumwärmebedarf des Gebäudebestands von Relevanz, wobei der verdichtete Wohnbau grundsätzlich gegenüber Ein- und Zweifamilienhäusern eine höhere Energieeffizienz aufweist und Gebäude aus der Bauperiode 1945-1960 über ein hohes Einsparungspotential durch thermische Sanierung verfügen (s. oben).

Die Berechnung der Einsparungen im Raumwärmebedarf folgt der von Köppl et al. (2011) entwickelten Methodik, die in Gleichung (2) dargestellt ist.

$$F_{G,i,t} = \sum_i A_t \cdot \frac{U_{G,t}}{A_t} \cdot \frac{F_{G,i,t}}{U_{G,t}} \quad (2)$$

Der Raumwärmebedarf zum Zeitpunkt  $t$  ( $F_{G,i,t}$ ) ergibt sich aus der Wohnfläche ( $A_t$ ), der Nutzenergieintensität ( $U_{G,t} / A_t$ ) und der Endenergieintensität ( $F_{G,i,t} / U_{G,t}$ ). Die Nutzenergieintensität beschreibt den Nutzenergiebedarf ( $U_{G,t}$ ) je Energiedienstleistung (d.h. je  $m^2$ ), die Endenergieintensität den Endenergieverbrauch ( $F_{G,i,t}$ ) je Nutzenergieverbrauch. Durch thermische Sanierung wird die Nutzenergieintensität eines Gebäudes verbessert, während die Endenergieintensität konstant bleibt. Beim Tausch eines Heizsystems bleibt hingegen die Nutzenergieintensität eines Gebäudes konstant, während sich die Endenergie verringert und es zu einem Shift der Energieträger ( $i$ ) kommen kann. Um die Reduktionspotentiale optimal zu nutzen, gilt es zunächst den Raumwärmebedarf durch thermische Sanierung zu reduzieren und erst anschließend das Heizsystem auszutauschen (siehe Köppl et al., 2011). Das führt dazu, dass das Einsparungspotential, das durch den Heizungstausch erzielt werden kann, sowie das Potential für erneuerbare Energieträger reduziert werden.

Neben der Energiedienstleistung „angenehmes Raumklima“ fallen in den Gebäudebereich auch andere Energiedienstleistungen wie z.B. die thermische Energiedienstleistung „Kochen“ oder die spezifisch-elektrischen Energiedienstleistungen „Beleuchtung“ und „Kommunikation und Information“. Aufgrund der Heterogenität dieser Energiedienstleistungen und da Daten zu den einzelnen Energiedienstleistungen sowie den damit verbundenen Energieverbräuchen nicht verfügbar sind, werden Einsparungen im Elektrizitätsverbrauch durch Energieeffizienzmaßnahmen top-down, d.h. als aggregierte Reduktion, behandelt.

### C.2.3 Methodische Vorgehensweise im Bereich Energiebereitstellung

Bei einer Restrukturierung des Energiesystems ist es wichtig, zunächst die Energiedienstleistungen zu betrachten (siehe Köppl et al., 2011). Ausgehend vom Bedarf an Energiedienstleistungen können in einem nächsten Schritt der Energiebedarf und die Energiebereitstellung analysiert werden.

Für die vorliegende Studie wurde der in Köppl et al. (2011) entwickelte Ansatz konsequent verfolgt, d.h. ausgehend von Veränderungen im energetischen Endverbrauch an Elektrizität und Fernwärme, die durch die Maßnahmen in den Bereichen Gebäude und Mobilität ausgelöst werden, werden Veränderungen in der Energiebereitstellung betrachtet (siehe Gleichung (3)).

$$TI_{i,j,t} = \sum_{i,j} F_{i,t} \cdot \left( \frac{F_{i,t}}{TO_{i,j,t}} \right)^{-1} \cdot \left( \frac{TO_{i,j,t}}{TI_{i,j,t}} \right)^{-1} \quad (3)$$

Der Transformationseinsatz für die Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme hängt zum Zeitpunkt  $t$  ( $TI_{i,j,t}$ ) von der Endenergienachfrage nach den beiden Energieträgern ( $F_{i,t}$ ) sowie von der Verteilungseffizienz ( $F_{i,t} / TO_{i,j,t}$ ) und der Transformationseffizienz ( $TO_{i,j,t} / TI_{i,j,t}$ ) ab. Für die vorliegende Studie wird von einer konstanten Verteilungseffizienz ausgegangen. Verände-

rungen im Endenergieverbrauch von Elektrizität und Fernwärme ergeben sich aus den Maßnahmen in den Bereichen Wohngebäude und Mobilität. Durch die Veränderung des Mix an Energieträgern ( $j$ ) erfolgt eine Veränderung der aggregierten Transformationseffizienz: Während für die einzelnen Technologien konstante Energieeffizienzen unterstellt werden, steigt die aggregierte Transformationseffizienz durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger, da laut Energiebilanz für erneuerbare Energien höhere Wirkungsgrade unterstellt werden.<sup>6</sup>

Sind in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme keine unausgeschöpften Potentiale für die Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger vorhanden, können durch die vermehrte Produktion „grüner“ Elektrizität die regionalen Elektrizitätsimporte reduziert bzw. die Elektrizitätsexporte erhöht werden<sup>7</sup>.

## C.3 Hochrechnung der Maßnahmen auf Bundesländerebene

Im Folgenden erfolgt eine Hochrechnung der potentiellen Effekte der Veränderungen im Energiesystem wie in den KEM-Regionen geplant (Reduktion des Energieverbrauchs durch Energieeffizienzmaßnahmen und Shift im Energieträgermix zugunsten erneuerbarer Energieträger) auf Bundesländerebene (mit Ausnahme von Wien). Für diese Hochrechnung werden der Investitionsbedarf für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen sowie die Veränderungen in den Betriebskosten abgeschätzt und beschrieben.

### C.3.1 Hochrechnung von Veränderungen im energetischen Endverbrauch und in der Bereitstellung von Elektrizität und Wärme durch „KEM-Maßnahmen“

Bei der Hochrechnung der Zielsetzungen der Modellregionen auf Bundesländerebene müssen unterschiedliche Zeithorizonte berücksichtigt werden, da die Umsetzungskonzepte zum Teil 2020 und zum Teil 2030 als Zieljahr nennen. Ziele, die sich auf das Jahr 2030 beziehen, werden daher auf das Jahr 2020 herunter gebrochen, wobei ein linearer Verlauf bei der Umsetzung der Energieeffizienz- und Erneuerbaren-Maßnahmen unterstellt wird. Zusätzlich werden nur jene Veränderungen der Energieeffizienz und des Energiemixes berücksichtigt, die die jeweilige Referenz (z.B. derzeitige Sanierungsrate; minimale Prognose erneuerbarer Energieträger für das Jahr 2020) übersteigen.

Für die Hochrechnung auf Bundeslandebene werden die Zielwerte bzw. berechneten Potentiale aus den KEM Regionen übernommen. Sofern die Potentiale für unterschiedliche Maßnahmenkategorien in den Umsetzungskonzepten aggregiert ausgewiesen sind, wird eine Aufteilung auf Basis vorliegender Energiestrategien und Klimaschutzpläne der Bundesländer vorgenommen. Grundlage für die Berechnungen der Einsparungen auf Bundeslandebene sind die Kfz-Statistiken der jeweiligen Bundesländer, sowie die Fahr- und Verkehrsleistung der Bundesländer für den MIV und den ÖV. Die Prognose wurde auf Basis der Daten von Hausberger (2010)

<sup>6</sup> Laut Energiebilanz werden für Wasserkraft, Windkraft und PV Transformationseffizienzen von 100% unterstellt; d.h. der Transformationsausstoß entspricht dem Transformationseinsatz.

<sup>7</sup> Derzeit sind Niederösterreich, Oberösterreich und Tirol Nettoexporteure von Elektrizität.



für die Entwicklung des Bestands und der Energiekoeffizienten, sowie der Verteilung der Verkehrsmittel nach unterschiedlichen Energieträgern erstellt.

Die Bandbreite der Reduktionspotentiale in Relation zum Energiebedarf im IST-Zustand ist im Bereich Reduktion der Fahrleistung durch Bildung von Fahrgemeinschaften oder den Umstieg auf den ÖV und NMIV recht groß. Für jene Bundesländer, für die kein ausführliches Umsetzungskonzept vorliegt, werden die Werte für Einsparungspotentiale von drei Maßnahmen am unteren Ende der Bandbreite gewählt. Die Maßnahmen umfassen zunächst die Reduktion der Fahrleistung durch Fahrgemeinschaften. Diese Maßnahme ist unabhängig von den regionalen Gegebenheiten im Verkehr wie etwa der Anteil der Verkehrsmittel vor allem für die Berufsgruppe der PenderInnen auf andere Bundesländer übertragbar. Angenommen wurde ein Wert für die Reduktion der Fahrleistung (Kfz-km) des MIV von 5 Prozent bis 2020 relativ zu 2009, dieser liegt am unteren Ende der Bandbreite möglicher Reduktionen in den Umsetzungskonzepten der anderen Bundesländer. Als weitere Maßnahme für Bundesländer ohne KEM Umsetzungskonzept wurde die Maßnahme Umstieg auf den NMIV ausgewählt. Neben regionalen Unterschieden wie Topographie oder Altersstruktur, gibt es allerdings ein Basis-Umstiegspotential, das hier mit einem Wert von 3 Prozent der Verkehrsleistung (Personenkilometer, P-km) auf die Bundesländer Vorarlberg, Tirol und Salzburg umgelegt wurde. Auch für die Maßnahme E-Mobilität wird ein von regionalen Gegebenheiten unabhängiges Potenzial für den Anteil der E-Fahrzeuge bis 2020 von 6 Prozent festgesetzt. Nicht berücksichtigt wurde ein Ausbau des ÖV, da ein von einem zusätzlichen Ausbau des ÖV beeinflusster Umstieg auf den ÖV maßgeblich vom bereits vorhandenen Niveau und der Qualität abhängt und hier kein generalisierbares Potenzial bestimmt werden konnte. Tabelle 4 zeigt die Veränderungen des Endenergieverbrauchs als durchschnittlichen jährlichen Wert über den Maßnahmenzeitraum bis 2020 für die einzelnen auf die Bundesländer umgelegten Maßnahmen absolut und in Relation zum Energieverbrauch im Sektor Mobilität im Jahr 2010. Tabelle 5 zeigt die Veränderungen des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, aggregiert über alle Maßnahmen. Die Zeile Benzin und Diesel enthält somit eine Abnahme des Treibstoffverbrauchs durch Reduktionsmaßnahmen beim MIV als auch eine Zunahme fossilen Treibstoffs für den ÖV im Falle einer Verkehrsverlagerung zugunsten des ÖV. Wird der Biotreibstoffanteil als konstant angenommen, verändern sich analog dazu die absoluten Mengen an biogenen Treibstoffen. Eine Anhebung des Biotreibstoffanteils hingegen führt zu einer Verlagerung fossilen Treibstoffs zu biogenen Treibstoffen mit dem in Tabelle 5 ausgewiesenen Nettoeffekt. Die Zeile Elektrizität enthält den Nachfragezuwachs aus einem Umstieg auf E-Mobilität sowie den ÖV.

*Tabelle 4. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Mobilität (MIV und ÖV) in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010*

|  | BL          | KT          | NÖ          | OÖ          | SB          | ST          | TI          | VO          |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Ausbau des NMIV                                  |             |             |             |             | -27         | -25         | -39         | -18         |
| Ausbau des ÖV                                    |             | -14         | -156        |             |             | -29         |             |             |
| Effiziente Raumordnung                           |             |             |             |             |             | -21         |             |             |
| E-Mobilität                                      |             |             | -161        |             | -13         | -34         | -18         | -9          |
| Fahrgemeinschaften                               |             | -17         |             |             | -47         |             | -66         | -30         |
| Reduktion der Fahrleistung*)                     | -108        |             |             |             |             |             |             |             |
| Spritsparen                                      |             |             |             | -369        |             |             |             |             |
| Effiziente Kfz                                   |             |             | -438        |             |             |             |             |             |
| <b>Gesamt</b>                                    | <b>-108</b> | <b>-32</b>  | <b>-755</b> | <b>-369</b> | <b>-88</b>  | <b>-110</b> | <b>-124</b> | <b>-57</b>  |
| <b>in % des EEV im Verkehr (MIV und ÖV) 2010</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Ausbau des NMIV                                  |             |             |             |             | -0,2        | -0,1        | -0,2        | -0,2        |
| Ausbau des ÖV                                    |             | -0,1        | -0,4        |             |             | -0,1        |             |             |
| Effiziente Raumordnung                           |             |             |             |             |             | -0,1        |             |             |
| E-Mobilität                                      |             |             | -0,4        |             | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        |
| Fahrgemeinschaften                               |             | -0,1        |             |             | -0,4        |             | -0,4        | -0,4        |
| Reduktion der Fahrleistung*)                     | -1,4        |             |             |             |             |             |             |             |
| Spritsparen                                      |             |             |             | -1,1        |             |             |             |             |
| Effiziente Kfz                                   |             |             | -1,2        |             |             |             |             |             |
| <b>Gesamt</b>                                    | <b>-1,4</b> | <b>-0,2</b> | <b>-2,0</b> | <b>-1,1</b> | <b>-0,7</b> | <b>-0,4</b> | <b>-0,7</b> | <b>-0,7</b> |

Quelle: Hausberger (2010), Käfer et al. (2009), Herry und Sammer (1999), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2008) sowie die jeweiligen KFZ-Statistiken der Bundesländer.

*Tabelle 5. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Mobilität (MIV und ÖV) in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010*

|  | BL          | KT          | NÖ          | OÖ          | SB          | ST          | TI          | VB          |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Öl   | -103        | -31         | -779        | -352        | -90         | -249        | -126        | -58         |
| Benzin   | -51         | -16         | -396        | -175        | -27         | -65         | -44         | -20         |
| Diesel   | -52         | -15         | -384        | -178        | -63         | -184        | -83         | -38         |
| Erneuerbare                                      | -5          | -2          | -38         | -17         | -5          | 121         | -7          | -3          |
| Elektrizität                                     |             | 1           | 62          |             | 7           | 19          | 9           | 5           |
| <b>Gesamt</b>                                    | <b>-108</b> | <b>-32</b>  | <b>-755</b> | <b>-369</b> | <b>-88</b>  | <b>-110</b> | <b>-124</b> | <b>-57</b>  |
| <b>in % des EEV im Verkehr (MIV und ÖV) 2010</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Öl   | -1,4        | -0,2        | -2,1        | -1,0        | -0,8        | -0,8        | -0,7        | -0,8        |
| Benzin   | -0,7        | -0,1        | -1,1        | -0,5        | -0,2        | -0,2        | -0,3        | -0,3        |
| Diesel   | -0,7        | -0,1        | -1,0        | -0,5        | -0,5        | -0,6        | -0,5        | -0,5        |
| Erneuerbare                                      | -0,1        | 0,0         | -0,1        | -0,1        | 0,0         | 0,4         | 0,0         | 0,0         |
| Elektrizität                                     |             | 0,0         | 0,2         |             | 0,1         | 0,1         | 0,1         | 0,1         |
| <b>Gesamt</b>                                    | <b>-1,4</b> | <b>-0,2</b> | <b>-2,0</b> | <b>-1,1</b> | <b>-0,7</b> | <b>-0,4</b> | <b>-0,7</b> | <b>-0,7</b> |

Quelle: Hausberger (2010), Käfer et al. (2009), Herry und Sammer (1999), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2008) sowie die jeweiligen KFZ-Statistiken der Bundesländer.

Für den Bereich Gebäude werden die Zielsetzungen für die Reduktion des Raumwärmebedarfs, soweit aus den Umsetzungskonzepten verfügbar, übernommen. Es wurde angenommen, dass vorwiegend Wohngebäude aus der Bauperiode 1945-1980 saniert werden, da das Einsparungspotential bei diesen Gebäuden am höchsten ist (siehe z.B. Kletzan-Slamanig et al., 2008). Für die übrigen Bundesländer wird eine Verdopplung der Sanierungsrate von Gebäuden aus der Bauperiode 1945-1980 unterstellt. Als Referenz wird für jedes Bundesland eine durchschnittliche jährliche Sanierungsrate von 1 Prozent des gesamten Gebäudebestandes unter-



stellt. Die Sanierungsrate zusätzlich zur Referenz ist für die einzelnen Bundesländer in Tabelle 6 dargestellt.

Für die Maßnahme „Heizungstausch“ werden soweit möglich ebenfalls die Zielsetzungen aus den Umsetzungskonzepten übernommen. Falls keine Informationen dazu verfügbar sind, welche Heizsysteme substituiert werden, wird die Annahme getroffen, dass öl- und kohlebasierte Heizsysteme ausgetauscht werden. Für Salzburg, Tirol und Vorarlberg wird unterstellt, dass zusätzlich zur Referenz 5 Prozent der Ölheizungen durch Biomasse und Solarthermie ersetzt werden<sup>8</sup>. Als Referenz für die Bundesländerhochrechnung wird angenommen, dass pro Jahr 5 Prozent des Heizungsbestands ausgetauscht werden. Tabelle 6 zeigt den Heizungstausch, der zusätzlich zur Referenz erfolgt, für die einzelnen Bundesländer.

*Tabelle 6. Sanierungsrate und Austauschrate des Heizsystems zusätzlich zur Referenz in den betrachteten Bundesländern*

|                          | BL  | KT  | NÖ  | OÖ  | SB  | ST  | TI  | VO  |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Sanierungsrate in % p.a. | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 1,4 | 0,5 | 0,5 |
| Heizungstausch in % p.a. | 0,3 | 2,0 | 3,5 | 1,0 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

Die KEM-Zielsetzungen bezüglich der prozentualen Einsparungen an Elektrizität durch effizientere Geräte und ein „bewussteres“ Nutzungsverhalten werden direkt auf die Bundesländerebene übertragen. Für jene Bundesländer, für die keine geeignete Case Study Region verfügbar war, wird eine Reduktion von 2 Prozent im Jahr 2020 im Vergleich zur Referenz angenommen.

Die jährlichen Einsparungen im Endenergieverbrauch, die sich aus der Hochrechnung der geplanten KEM-Maßnahmen ergeben, sind in Tabelle 7 dargestellt; die kumulierten Einsparungen bis 2020 sind in Appendix C ausgewiesen. Die Veränderungen im Energieträgermix der Wohngebäude, die durch die Maßnahmen ausgelöst werden, sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Die absolut höchsten Reduktionen entfallen auf Niederösterreich und die Steiermark mit 724 TJ bzw. 555 TJ; die höchsten prozentualen Einsparungen weisen das Burgenland (-1,5 Prozent) sowie die Steiermark (-1,3 Prozent) auf. Die Strategien der KEM-Regionen zur Erreichung dieser Einsparungen unterscheiden sich zum Teil erheblich. Während in der Steiermark beispielsweise vorwiegend auf thermische Sanierung gesetzt wird, liegt der Fokus in Niederösterreich auf einem Energieträgershift durch Heizungstausch. Generell ist die Vorgehensweise, zunächst den Energiebedarf durch eine Verbesserung der Energieeffizienz zu reduzieren und erst darauf aufbauend den Energiemix zu verändern, vorteilhaft, da so Potentiale im Rahmen einer Transformation des Energiesystems optimal genutzt werden können (siehe auch Köppl et al., 2011).

<sup>8</sup> Das entspricht einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von Heizsystemen von 20 Jahren bis zu ihrem Austausch.

Tabelle 7. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gebäude in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010

|  | BL          | KT          | NÖ          | OÖ          | SB          | ST          | TI          | VO          |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>                           |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Sanierung                              | -119        | -105        | -15         | -318        | -8          | -525        | -9          | -5          |
| Heizungstausch                         | -7          | -25         | -454        | -82         | -3          | -5          | -5          | -2          |
| Elektrizität                           | -50         | -76         | -255        | -66         | -13         | -25         | -13         | -7          |
| <b>Gesamt</b>                          | <b>-176</b> | <b>-205</b> | <b>-724</b> | <b>-466</b> | <b>-24</b>  | <b>-555</b> | <b>-27</b>  | <b>-14</b>  |
| <b>in % des EEV der Haushalte 2010</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Sanierung                              | -1,0        | -0,5        | 0,0         | -0,6        | 0,0         | -1,2        | 0,0         | 0,0         |
| Heizungstausch                         | -0,1        | -0,1        | -0,7        | -0,2        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| Elektrizität                           | -0,4        | -0,4        | -0,4        | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        |
| <b>Gesamt</b>                          | <b>-1,5</b> | <b>-1,0</b> | <b>-1,1</b> | <b>-0,9</b> | <b>-0,1</b> | <b>-1,3</b> | <b>-0,1</b> | <b>-0,1</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

Tabelle 8. Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gebäude in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Energieverbrauchs 2010

|   | BL          | KT          | NÖ          | OÖ          | SB          | ST          | TI          | VO          |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>  |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Kohle   | -4          | -4          | -76         | -55         | -1          | -33         | -1          | -0,22       |
| Öl  | -58         | -238        | -541        | -441        | -30         | -254        | -47         | -25         |
| Gas   | -26         | -4          | -562        | -51         | -1          | -36         | 0           | -1          |
| Erneuerbare   | -28         | 185         | 980         | 181         | 26          | -145        | 40          | 20          |
| Elektrizität  | -59         | -139        | -518        | -76         | -18         | -52         | -18         | -9          |
| Fernwärme   | -2          | -5          | -6          | -24         | -1          | -35         | 0           | 0           |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-176</b> | <b>-205</b> | <b>-724</b> | <b>-466</b> | <b>-24</b>  | <b>-555</b> | <b>-27</b>  | <b>-14</b>  |
| <b>in % der in den Haushalten eingesetzten Energieträger 2010</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Kohle   | -8,4        | -3,2        | -9,8        | -8,6        | -2,4        | -6,1        | -1,7        | -5,2        |
| Öl  | -2,9        | -4,2        | -5,4        | -4,3        | -0,6        | -2,4        | -0,6        | -0,6        |
| Gas   | -1,1        | -0,6        | -3,1        | -0,7        | 0,0         | -1,3        | 0,0         | 0,0         |
| Erneuerbare   | -0,6        | 2,4         | 4,8         | 1,1         | 0,5         | -1,0        | 0,6         | 0,7         |
| Elektrizität  | -2,5        | -3,1        | -4,4        | -0,8        | -0,4        | -0,5        | -0,3        | -0,3        |
| Fernwärme   | -0,6        | -0,3        | -0,2        | -0,4        | 0,0         | -0,8        | 0,0         | 0,0         |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-1,5</b> | <b>-1,0</b> | <b>-1,1</b> | <b>-0,9</b> | <b>-0,1</b> | <b>-1,3</b> | <b>-0,1</b> | <b>-0,1</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

Im Bereich Energiebereitstellung erfolgt die Hochrechnung auf Basis regionaler Potentiale für erneuerbare Energieträger (ÖROK, 2009; Stanzer et al., 2011). Bei jenen Bundesländern, für die ein Case Study Umsetzungskonzept herangezogen werden kann, werden die gewählten Schwerpunktsetzungen berücksichtigt. Für die übrigen Bundesländer (Salzburg, Tirol und Vorarlberg) wird angenommen, dass das zusätzliche mittlere Potential bis 2020 laut Stanzer et al. (2010) zur Hälfte ausgeschöpft wird. Als Referenz wird für alle Bundesländer zugrunde gelegt, dass das minimale Potential der jeweiligen erneuerbaren Energieträger im Jahr 2020 (Stanzer et al., 2010) ausgeschöpft ist. Die durchschnittlichen jährlichen Veränderungen des Transformationseinsatzes für Elektrizität und Fernwärme sind in Tabelle 9 zusammengefasst. In jenen Bundesländern, in denen fossile Energieträger bislang eine signifikante Rolle spielen (Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark), ergibt sich eine jährliche Reduktion des Transformationseinsatzes, da entsprechend der Energiebilanz für die meisten erneuerbaren Energieträger laut Energiebilanz eine höhere Transformationseffizienz als für fossile Energieträger un-

terstellt wird<sup>9</sup>. In den übrigen Bundesländern steigt der Transformationseinsatz aufgrund der Forcierung erneuerbarer Energien in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme zwischen 0,4 und 5 Prozent pro Jahr.

Tabelle 9. Jährliche Veränderung des Transformationseinsatzes für Elektrizität und Fernwärme in den betrachteten Bundesländern nach Energieträger in TJ und in Prozent des Transformationseinsatzes 2010

|   | BL         | KT         | NÖ            | OÖ          | SB         | ST          | TI         | VO         |
|---|------------|------------|---------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| <b>in TJ</b>                                    |            |            |               |             |            |             |            |            |
| Kohle   |            |            | -2.619        | -304        |            | -331        |            |            |
| Gas   |            |            | -79           | -288        |            |             |            |            |
| Wind  | 242        |            | 1.012         | 115         | 17         | 177         | 14         | 5          |
| PV  | 13         | 10         | 61            | 37          | 4          | 43          | 6          | 2          |
| Hydro   |            |            | 14            | 21          | 48         |             | 86         | 34         |
| Biomasse  | 122        | 119        | 373           | 334         | 28         |             | 45         |            |
| <b>Gesamt</b>                                   | <b>378</b> | <b>129</b> | <b>-1.240</b> | <b>-86</b>  | <b>97</b>  | <b>-111</b> | <b>151</b> | <b>41</b>  |
| <b>in % der 2010 eingesetzten Energieträger</b> |            |            |               |             |            |             |            |            |
| Kohle   |            |            | -9,9          | -8,7        |            | -2,7        |            |            |
| Gas   |            |            | -0,4          | -0,9        |            |             |            |            |
| Wind  | 9,0        |            | 24,2          | 88,5        | *)         | 47,1        | *)         | *)         |
| PV  | 181,5      | 59,8       | 42,7          | 58,1        | 39,5       | 150,3       | 79,2       | 4,5        |
| Hydro   |            |            | 0,1           | 0,1         | 0,4        |             | 0,4        | 0,4        |
| Biomasse  | 2,8        | 1,3        | 1,7           | 2,3         | 0,6        |             | 0,9        |            |
| <b>Gesamt</b>                                   | <b>5,0</b> | <b>0,4</b> | <b>-1,1</b>   | <b>-0,1</b> | <b>0,5</b> | <b>-0,2</b> | <b>0,5</b> | <b>0,4</b> |

\*) Es können keine Wachstumsraten ausgewiesen werden, weil Energieträger momentan noch nicht eingesetzt wird

Quelle: Statistik Austria (2012b), ÖROK (2009), Stanzer et al. (2010), Köppl et al. (2011), Kaltschmitt und Streicher (2009); eigene Berechnungen.

### C.3.2 Investitionskosten und Betriebskostenveränderungen

Die Investitionskosten und Betriebskostenveränderungen werden auf Basis früherer Studien (z.B. Köppl et al., 2011; Kletzan-Slamanig et al., 2008; Wegener Zentrum, 2010; Steininger et al., 2012) abgeschätzt. Es werden – analog zur Darstellung von Veränderungen bei den Energieflüssen – ausschließlich die Kosten für die Maßnahmen, die über die Referenzentwicklung hinausgehen, berücksichtigt.

#### Mobilität

Eine detaillierte Erhebung der Kosten setzt voraus, dass die betrachteten Maßnahmen in den Umsetzungskonzepten hinreichend spezifiziert sind. Dies gilt vor allem für die Investitionskosten, die anhand konkreter Projekte festgelegt werden, während es für Betriebskosten und Aufwendungen privater Haushalte durchschnittliche Kostensätze pro Kfz-km bzw. P-km gibt, die als Näherungswerte zur groben Abschätzung der Kostenveränderung verwendet werden können. Um eine Abschätzung der Investitionskosten vornehmen zu können, wurden die in ande-

<sup>9</sup> Für Wind, Wasserkraft und PV wird in den Energiebilanzen eine Transformationseffizienz von 100 Prozent unterstellt, d.h. der Transformationseinsatz entspricht für diese Energieträger dem Transformationsausstoß. Für Biomasse wird die Transformationseffizienz analog zu fossilen Technologien berechnet. Biomasse-basierte Kraftwerke weisen im Allgemeinen eine geringere Transformationseffizienz auf als fossil-basierte Kraftwerke. Da in dieser Studie für Biomasse in der Energiebereitstellung jedoch ausschließlich von der Nutzung in KWK-Technologien ausgegangen wird, kann eine durchschnittliche Transformationseffizienz von 75 Prozent angenommen werden.

ren Studien (Wegener Zentrum, 2010; Steininger et al., 2012) erhobenen Einsparungspotentiale und dazugehörigen Investitionskosten analysiert und auf Basis von demografischen bzw. Verkehrsdaten auf andere Bundesländer übertragen. Neben den zusätzlichen Investitionskosten und Betriebskosteneffekten für Haushalte werden auch die zusätzlich anfallenden Betriebskosten ausgewiesen, die etwa für den öffentlichen Verkehr auf Basis durchschnittlicher Kostenätze pro P-km bzw. Kfz-km verfügbar sind (Steininger et al., 2012).

Neben den Betriebs- und Investitionskosten wurde auch die Änderung der Konsumausgaben der privaten Haushalte für den Verkehr berechnet. Durch eine Reduktion der Verkehrsausgaben aufgrund der verringerten Verkehrsleistung im MIV oder den Umstieg auf den ÖV bzw. den NMIV entsteht eine Netto-Kostenersparnis für die Haushalte. Bei Effizienzmaßnahmen können die Treibstoffeinsparungen mit Treibstoffkostensätzen pro Liter Treibstoff berechnet werden. Die variablen Verkehrsausgaben pro gefahrenem Kilometer wurden basierend auf Werten zu Treibstoffpreisen und dem VPI der Statistik Austria (2010), sowie den Verbrauchszahlen berechnet. Neben den Treibstoffkosten sind auch Kosten für Reparatur- und Instandhaltung der Fahrzeuge enthalten. Unterschieden wurde zudem, ob die Investitionen von privaten Haushalten oder von der öffentlichen Hand getätigt wurden bzw. bei welchem Kostenträger die Betriebskosten anfallen.

Bei den Effizienzmaßnahmen entstehen für die privaten Haushalte zusätzliche nennenswerte Investitionskosten, wenn E-Mobilität forciert wird, da vor allem die Batterien zu einer Verteuerung der E-Fahrzeuge relativ zu Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren führen. Wird hingegen die Batterie für ein Elektroauto gemietet und nicht gekauft, fallen keine nennenswerten zusätzlichen Investitionskosten an, jedoch erhöhen sich die Betriebskosten. In dieser Studie wird für die Berechnung der zusätzlichen Investitionskosten unterstellt, dass die Batteriekosten im Kaufpreis der E-Fahrzeuge enthalten sind. Im Fall einer monetären Förderung der E-Mobilität würde es zu einer Verlagerung eines Teils dieser höheren Investitionskosten von privaten Haushalten oder Unternehmen auf die öffentliche Hand kommen. Die höchsten Kosten durch E-Mobilität fallen in Niederösterreich an, wo ein aus dem KEM Umsetzungskonzept umgelegter Flottenanteil an Elektromobilität von 9 Prozent im Jahr 2020 angenommen wurde. In absoluten Größen fallen die höchsten Investitionen für die öffentliche Hand im Bereich Ausbau des ÖV an und richten sich nach den in den Umsetzungskonzepten angestrebten Verlagerungen.

Für die privaten Haushalte ergibt sich bei beinahe allen Maßnahmen eine Netto-Kostenersparnis bei den Verkehrsausgaben. Am größten (in absoluten Werten) ist diese bei der Maßnahme *Umstieg auf effiziente Fahrzeuge mit herkömmlichem Antrieb* im Bundesland Niederösterreich. Weitere nennenswerte Einsparungen gibt es bei der *Reduktion von Fahrten* (durch Fahrgemeinschaften und Nutzung von Park and Ride Anlagen) im Burgenland oder durch spritsparendes Fahrverhalten in Oberösterreich. Unter effizienter Raumordnung werden Maßnahmen subsumiert, die zu einer Ansiedelung in dichtbesiedelten Regionen mit einem attraktiven ÖV Angebot führen. Da diese Maßnahmen vor allem langfristig wirken und für die Steiermark hier mit einem geringen Zielwert berücksichtigt wurden, können kurzfristig auch nur geringe Einsparungen der Verkehrsausgaben erzielt werden. In Niederösterreich werden durch den Umstieg auf effiziente Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb sowie E-Mobilität Einsparungen bei den privaten Haushalten erzielt. Während die privaten Haushalte durchwegs von

einer Netto-Ersparnis der variablen Verkehrsausgaben ausgehen können, muss die öffentliche Hand vor allem beim Ausbau des ÖV mit zusätzlichen Betriebskosten rechnen, die mit der Höhe der zusätzlichen Investitionskosten verknüpft sind.

*Tabelle 10. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Mobilität in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro*

|                        | BL | KT           | NÖ            | OÖ          | SB           | ST            | TI           | VB           |
|------------------------|----|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Haushalte              |    |              | 159,77        |             | 20,38        | 51,87         | 25,76        | 13,92        |
| E-Mobilität            |    |              | 159,77        |             | 20,38        | 51,87         | 25,76        | 13,92        |
| Öffentliche Hand       |    | 11,45        | 330,10        | 9,92        | 1,82         | 82,05         | 2,59         | 1,16         |
| Fahrgemeinschaften     |    | 0,07         |               |             |              |               |              |              |
| Spiritsparen           |    |              |               | 9,92        |              |               |              |              |
| Effiziente Raumplanung |    |              |               |             |              | 0,75          |              |              |
| Ausweitung ÖV          |    | 11,38        | 330,10        |             |              | 79,99         |              |              |
| Ausweitung NMIV        |    |              |               |             | 1,82         | 1,31          | 2,59         | 1,16         |
| <b>Gesamt</b>          |    | <b>11,45</b> | <b>489,87</b> | <b>9,92</b> | <b>22,20</b> | <b>133,91</b> | <b>28,35</b> | <b>15,08</b> |

Quelle: Wegener Zentrum et al. (2010); Steininger et al. (2012); eigene Berechnungen.

*Tabelle 11. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Mobilität in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro*

|                             | BL            | KT          | NÖ            | OÖ            | SB            | ST            | TI            | VB            |
|-----------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Haushalte                   | -28,80        | -3,07       | -128,75       | -88,42        | -23,29        | -26,15        | -32,75        | -14,98        |
| Fahrgemeinschaften          |               | -4,62       |               |               | -12,55        |               | -17,61        | -7,99         |
| Spiritsparen                |               |             |               | -88,42        |               |               |               |               |
| E-Mobilität                 |               |             | -22,02        |               | -3,49         | -8,77         | -4,81         | -2,35         |
| Effiziente Raumplanung      |               |             |               |               |               | -3,80         |               |               |
| Ausweitung ÖV <sup>1)</sup> |               | 1,55        | 8,22          |               |               | -6,92         |               |               |
| Ausweitung NMIV             |               |             |               |               | -7,25         | -6,67         | -10,33        | -4,64         |
| Effiziente KFZ              |               |             | -114,95       |               |               |               |               |               |
| Reduktion der Autofahrten   | -28,80        |             |               |               |               |               |               |               |
| Öffentliche Hand            |               | 6,32        | 101,01        |               | 0,10          | 13,56         | 0,15          | 0,07          |
| Effiziente Raumplanung      |               |             |               |               |               | 0,26          |               |               |
| Ausweitung ÖV               |               | 6,32        | 101,01        |               |               | 13,22         |               |               |
| Ausweitung NMIV             |               |             |               |               | 0,10          | 0,07          | 0,15          | 0,07          |
| <b>Gesamt</b>               | <b>-28,80</b> | <b>3,25</b> | <b>-27,74</b> | <b>-88,42</b> | <b>-23,19</b> | <b>-12,60</b> | <b>-32,61</b> | <b>-14,91</b> |

<sup>1)</sup> Im Bundesland Steiermark enthält die Maßnahme "Ausweitung ÖV" neben dem Umstieg vom MIV auf den ÖV auch eine reine Reduktion der Kfz-km im MIV, weshalb sich hier eine Nettoeinsparung für die Haushalte ergibt.

Quelle: Wegener Zentrum et al. (2010); Steininger et al. (2012); eigene Berechnungen.

## Gebäude

Für den Gebäudebereich werden die Investitionskosten, die erforderlich sind, um die oben beschriebenen Transformationen des Energiesystems herbeizuführen, sowie die damit verbundenen Betriebskostenveränderungen auf Basis der in Köppl et al. (2011) und Kletzan-Slamanig et al. (2008) erhobenen Daten abgeschätzt. Dabei werden wiederum nur Kosten für jene Maßnahmen, die über die Referenzentwicklung hinausgehen, berücksichtigt. Die Investitionskosten im Gebäudebereich werden dabei den Haushalten zugeordnet. Die Finanzierung der Maßnah-

men wird im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet; ebenso wenig erfolgt eine Analyse von Instrumenten, die für die Umsetzung der Maßnahmen erforderlich wären.

Der Investitionsbedarf im Gebäudebereich ist in Tabelle 12 für die einzelnen Bundesländer zusammenfassend dargestellt. Die höchsten Investitionskosten ergeben sich für Oberösterreich und die Steiermark, wo in den Umsetzungskonzepten ein Fokus auf eine signifikante Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudebestands gelegt wird. Die Maßnahme thermische Sanierung ist mit hohen spezifischen Investitionskosten verbunden; dem steht eine deutliche und lang wirkende Energieeinsparung gegenüber (siehe z.B. Köppl et al., 2011; Bohunovsky et al., 2010). Insgesamt beträgt der durchschnittliche jährliche Investitionsbedarf für die beschriebenen Maßnahmen im Gebäudebereich 1,2 Mrd. Euro. Der Hauptteil der Investitionen im Gebäudebereich fällt im Sektor Bauwesen an, gefolgt von jenen Sektoren, die Vorleistungen dafür erbringen (v.a. Bau- und Dämmstoffe, Planungsleistungen).

Die Maßnahmen im Gebäudebereich sind mit beträchtlichen Energiekosteneinsparungen durch einen niedrigeren Energieverbrauch verbunden (siehe Tabelle 13). Neben Einsparungen aufgrund thermischer Sanierung oder Heizungstausch, die zu einer Reduktion des Endenergieverbrauchs und zu einem Shift im Energieträgermix führen, können auch beträchtliche Energiekosteneinsparungen durch Maßnahmen erzielt werden, die keinen zusätzlichen Investitionsbedarf erfordern<sup>10</sup>. Dazu zählen vor allem Maßnahmen, wie die Nutzung energieeffizienter Geräte oder die energieeffizientere Nutzung von Geräten, durch die der Elektrizitätsbedarf bis 2020 deutlich reduziert werden kann. Insgesamt können durch die geplanten Maßnahmen im Gebäudebereich unter der Annahme konstanter Energiepreise (siehe Appendix D) Betriebskosteneinsparungen von 82 Mio. generiert werden. Da für die nächsten Jahre von steigenden Energiepreisen ausgegangen werden kann, sind diese Einsparungen als unterer Grenzwert zu interpretieren.

*Tabelle 12. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Gebäude in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro*

|                      | BL            | KT            | NÖ            | OÖ            | SB           | ST            | TI           | VB          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| Energieeffizienz     | 97,79         | 77,01         | 11,04         | 284,95        | 6,09         | 426,74        | 7,13         | 3,99        |
| Thermische Sanierung | 97,79         | 77,01         | 11,04         | 284,95        | 6,09         | 426,74        | 7,13         | 3,99        |
| Energiemix           | 14,05         | 25,38         | 132,46        | 57,86         | 5,39         | 75,42         | 8,20         | 2,67        |
| Heizungstausch       | 2,04          | 16,49         | 76,87         | 24,35         | 1,81         | 36,69         | 2,75         | 1,18        |
| Photovoltaik         | 12,01         | 8,90          | 55,59         | 33,51         | 3,58         | 38,73         | 5,45         | 1,49        |
| <b>Gesamt</b>        | <b>111,84</b> | <b>102,39</b> | <b>143,50</b> | <b>342,80</b> | <b>11,47</b> | <b>502,16</b> | <b>15,33</b> | <b>6,67</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

<sup>10</sup> Es wird davon ausgegangen, dass energieeffizientere Geräte nicht teurer sind als weniger energieeffiziente und dass der Austausch der Geräte im Rahmen eines "normalen" Ersatzzyklus erfolgt.



*Tabelle 13. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Gebäude in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro*

|   | BL           | KT            | NÖ            | OÖ            | SB           | ST           | TI           | VB           |
|---|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Energieeffizienz</b>                         | -4,09        | -4,97         | -14,77        | -7,04         | -0,75        | -6,76        | -0,74        | -0,40        |
| Thermische Sanierung                            | -1,56        | -1,12         | -0,19         | -3,68         | -0,08        | -5,48        | -0,07        | -0,03        |
| Reduktion des<br>Elektrizitätsverbrauchs        | -2,53        | -3,86         | -12,98        | -3,37         | -0,67        | -1,28        | -0,67        | -0,37        |
| Einsparung Raumwärme durch<br>Lenkungsmaßnahmen |              |               | -1,60         |               |              |              |              |              |
| <b>Energiemix</b>                               | -1,19        | -6,73         | -19,69        | -9,10         | -0,93        | -3,12        | -1,35        | -0,59        |
| Heizungstausch                                  | -0,51        | -6,23         | -16,57        | -7,22         | -0,73        | -0,95        | -1,04        | -0,50        |
| Eigenstromerzeugung                             | -0,67        | -0,50         | -3,12         | -1,88         | -0,20        | -2,17        | -0,31        | -0,08        |
| <b>Gesamt</b>                                   | <b>-5,28</b> | <b>-11,70</b> | <b>-34,46</b> | <b>-16,15</b> | <b>-1,68</b> | <b>-9,88</b> | <b>-2,09</b> | <b>-0,99</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

## Energiebereitstellung

Die Investitionskosten und Betriebskostenveränderungen, die mit der oben beschriebene Transformation der Energiebereitstellung verbunden sind, werden auf Basis von Köppl et al. (2011) berechnet. Die Investitionskosten werden dem Energiesektor zugeordnet, ebenso die durch die Investitionen ausgelösten Betriebskosteneffekte.

Die Umsetzung der oben beschriebenen Maßnahmen in der Bereitstellung von Elektrizität und Wärme sind mit einem durchschnittlichen jährlichen Investitionsbedarf von 351 Mio. Euro verbunden. Der höchste Investitionsbedarf entfällt dabei auf Niederösterreich (186 Mio. Euro), da hier auf Maßnahmen im Bereich der Energiebereitstellung fokussiert wird (siehe Tabelle 14).

Tabelle 15 zeigt die mit den Investitionen verbundenen durchschnittlichen jährlichen Betriebskostenveränderungen. Für das Burgenland, Kärnten, Salzburg, Tirol und Vorarlberg fallen zusätzliche Betriebskosten an, da hier ausschließlich die Erzeugung von Elektrizität und Wärme durch erneuerbare Energieträger ausgedehnt wird; fossile Energieträger spielen in der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung dieser Bundesländer keine bzw. nur eine sehr untergeordnete Rolle und werden durch die Ausweitung erneuerbarer Energien nicht weiter reduziert. Für Niederösterreich, Oberösterreich und die Steiermark ergeben sich demgegenüber beträchtliche Betriebskosteneinsparungen im Energiesektor, da hier fossile Energieträger durch Erneuerbare substituiert werden, deren laufende Kosten deutlich geringer sind.

*Tabelle 14. Durchschnittliche Investitionskosten im Bereich Energiebereitstellung in den betrachteten Bundesländern in Mio. Euro*

|               | BL           | KT          | NÖ            | OÖ           | SB           | ST           | TI           | VB          |
|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Geothermie    |              |             |               | 11,70        |              |              |              |             |
| Biomasse      | 5,96         | 4,63        | 14,20         | 11,48        | 0,96         |              | 2,65         |             |
| Windkraft     | 40,48        |             | 169,08        | 19,16        | 2,89         | 29,65        | 2,32         | 0,80        |
| Wasserkraft   |              |             | 2,55          | 1,80         | 8,85         |              | 15,75        | 6,15        |
| <b>Gesamt</b> | <b>46,44</b> | <b>4,63</b> | <b>185,82</b> | <b>44,13</b> | <b>12,70</b> | <b>29,65</b> | <b>20,72</b> | <b>6,95</b> |

Quelle: Statistik Austria (2012b), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

Tabelle 15. Mit den Investitionen verbundene jährliche Betriebskosteneffekte im Bereich Energiebereitstellung in den betrachteten Bundesländern nach Sektor in Mio. Euro

|                      | BL           | KT          | NÖ            | OÖ           | SB          | ST           | TI          | VB          |
|----------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>Energiesektor</b> | 20,20        | 0,67        | -36,39        | -7,18        | 2,22        | -3,88        | 2,51        | 1,98        |
| Geothermie           |              |             |               | 0,21         |             |              |             |             |
| Biomasse             | 0,82         | 0,67        | 1,94          | 1,59         | 0,16        |              | 0,29        |             |
| Windkraft            | 19,38        |             | 2,30          | 1,88         | 1,83        | 1,91         | 1,83        | 1,83        |
| Einsparung Fossile   |              |             | -40,70        | -10,90       |             | -5,79        |             |             |
| Wasserkraft          |              |             | 0,06          | 0,05         | 0,22        |              | 0,39        | 0,15        |
| <b>Haushalte</b>     |              |             |               | -0,11        |             |              |             |             |
| Geothermie           |              |             |               | -0,11        |             |              |             |             |
| <b>Gesamt</b>        | <b>20,20</b> | <b>0,67</b> | <b>-36,39</b> | <b>-7,29</b> | <b>2,22</b> | <b>-3,88</b> | <b>2,51</b> | <b>1,98</b> |

Quelle: Statistik Austria (2012b), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

## C.4 Simulationsergebnisse

### C.4.1 Das Modell Sindelar 10

#### Theoretische Modellstruktur

Sindelar 10 ist ein komparativ-statisches allgemeines Gleichgewichtsmodell (*Comparative-static Computable General Equilibrium (CGE) Modell*), das die regionalen Wirtschaftskreisläufe der neun österreichischen Bundesländer, ihre interregionalen Handelsbeziehungen sowie ihren Handel mit dem Ausland abbildet und für wirtschaftspolitische Simulationen genutzt werden kann. Die regionalwirtschaftlichen Effekte der mit dem Modell simulierten wirtschaftspolitischen Maßnahmen werden als prozentuelle Veränderungen der endogenen Variablen im Vergleich zu den Variablenwerten eines Basisjahres ohne den wirtschaftspolitischen Interventionen dargestellt.

Die theoretische Struktur von Sindelar 10 folgt dem Ansatz von Haddad und Hewings (2005) und entspricht im Wesentlichen jener eines typischen CGE-Modells, wie es in der Literatur häufig beschrieben und sowohl auf nationaler wie auf regionaler Ebene entwickelt und angewendet wird (für eine Übersicht siehe zum Beispiel Bröcker (1998)). Das Modell unterscheidet sich jedoch hinsichtlich der detaillierten Behandlung von Handels- und Transportkosten und der daraus abzuleitenden Unterscheidung zwischen Anschaffungs- und Herstellungspreisen.

In den verschiedenen Gleichungsblocken werden Nachfrage- und Angebotsfunktionen beschrieben, die für kompetitive Märkte typisch sind; dazu kommen noch Marktträumungsbedingungen, die sicherstellen, dass die regionalen Wirtschaftskreisläufe vor und nach einer wirtschaftspolitischen Intervention im Gleichgewicht sind, d.h. das Angebot eines bestimmten Gutes auch der Nachfrage nach diesem Gut entspricht. Dieses Gleichgewicht wird durch Veränderungen der Marktpreise erreicht: Übersteigt etwa die Nachfrage nach einem Gut sein Angebot, so wird der Preis steigen. Dadurch sinkt die Nachfrage, während das Angebot zunimmt. Diese Preisanpassung erfolgt solange, bis die Nachfrage wieder dem Angebot entspricht und sich der Markt in einem neuen Gleichgewicht befindet. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass in einem CGE-Modell nicht nur ein Markt, sondern alle Märkte innerhalb eines abgegrenzten Wirtschafts-

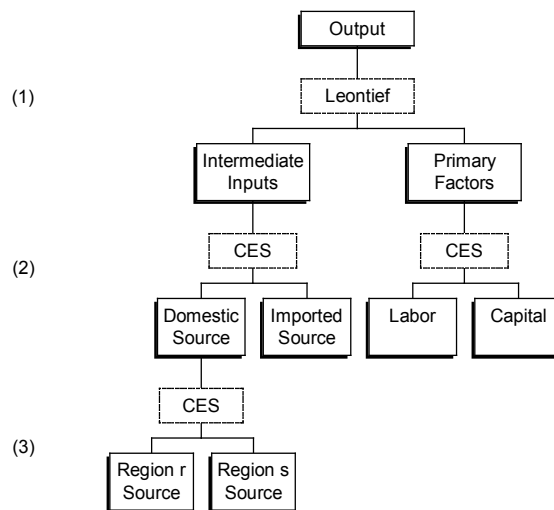


raumes betrachtet werden, und diese Märkte in wechselseitiger Beziehung zueinander stehen. Die gesamte Volkswirtschaft befindet sich nur dann in einem Gleichgewicht, wenn alle Märkte geräumt sind, d.h. wenn für jedes einzelne Gut das Angebot der Nachfrage entspricht und die relativen Preise stabil sind.

Sowohl auf der Produktions- als auch auf der Konsumseite werden bei Sindelar 10 mehrstufige mathematische Funktionen verwendet, um Produktionsprozesse bzw. Konsumententscheidungen abzubilden. Bei der Produktion eines Unternehmens werden auf der ersten Stufe des Entscheidungsprozesses Vorleistungsgüter und primäre Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital) in fixen Proportionen eingesetzt. Auf der zweiten Stufe wird einerseits zwischen heimisch produzierten und aus dem Ausland importierten Vorleistungsgütern gewählt, andererseits zwischen Arbeits- und Kapitaleinsatz. Auf der dritten und letzten Stufe wird schließlich bestimmt, aus welchen Regionen die im Inland produzierten Vorleistungsgüter bezogen werden. Für die letzten beiden Stufen werden dabei „constant elasticity of substitution“ (CES)-Funktionen<sup>11</sup> verwendet.

Die Güternachfrage der Haushalte, bestimmt durch die Haushaltspräferenzen, wird auf Basis genesteter CES bzw. linearer Ausgabensysteme (*linear expenditure systems, LES*)<sup>12</sup> modelliert. Die Nachfrage ergibt sich als Lösung eines Nutzenmaximierungsproblems in mehreren hierarchischen Schritten und unter gegebenen Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Gütern, ähnlich wie auf der Produktionsseite. Die mathematischen Gleichungsstrukturen für Produktion und Nachfrage sind in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellt.

Abbildung 16. Theoretische Struktur der regionalen Güterproduktion

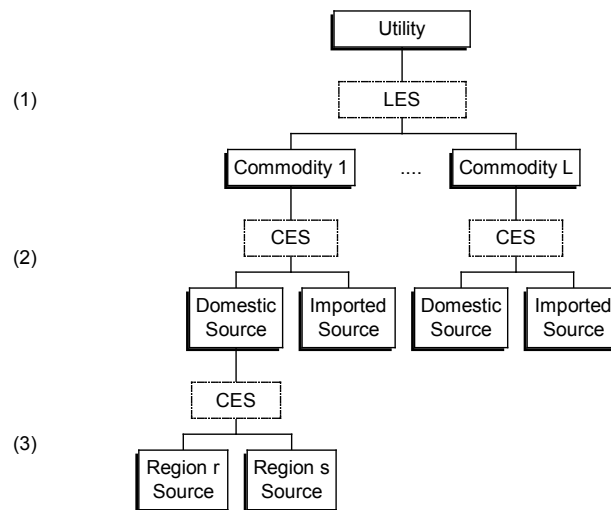


Quelle: Haddad (2012).

<sup>11</sup> CES-Funktionen sind mathematische Funktionen, deren Substitutionselastizität stets den gleichen Wert annimmt. Diese Eigenschaft ist in vielen ökonomischen Anwendungen vorteilhaft. Spezialfälle sind die Cobb-Douglas-Funktion, in der die Substitutionselastizität gleich eins ist, sowie die Leontief-Funktion mit einer konstanten Substitutionselastizität gleich Null.

<sup>12</sup> Das lineare Ausgabensystem ist eine Nachfragefunktion, die sich aus der Stone-Geary Nutzenfunktion ableiten lässt und in der sich die Gesamtausgaben für ein bestimmtes Gut aus Mindestausgaben und diskretionären Ausgaben zusammensetzen.

Abbildung 17. Theoretische Struktur der regionalen Haushaltsnachfrage



Quelle: Haddad (2012).

In weiteren Gleichungen werden auch die öffentliche Nachfrage sowie die Exportnachfrage beschrieben, wobei der heimische Preis und die Exportnachfrage in einer negativen Beziehung zueinander stehen.

Das mathematische Gleichungssystem innerhalb eines CGE-Modells folgt also theoretischen Erkenntnissen der Ökonomie hinsichtlich des Verhaltens gewinnmaximierender Unternehmen und nutzenmaximierender Konsumenten und geht davon aus, dass sich die Wirtschaft in einem Gleichgewicht befindet. Exogene Veränderungen des Systems (so genannte „*Schocks*“) führen über Preisanpassungen zu Veränderungen in den endogenen Variablen und zu einem neuen Gleichgewicht. Um ein solches theoretisches System in ein empirisch anwendbares Simulationsmodell zu transformieren, mit dem die zu erwartenden volkswirtschaftlichen Effekte einer wirtschaftspolitischen Intervention auch quantitativ abgeschätzt werden können, muss das theoretische Modellgerüst mit empirisch beobachteten Daten in Einklang gebracht werden. Dieser Prozess der Kalibrierung des Modells ist neben den theoretischen Annahmen ein entscheidender Faktor für die Simulationsqualität eines Modells; theoretische Annahmen und empirische Fakten dürfen in keinem wesentlichen Widerspruch zueinander stehen.

## Datenbasis des Modells

Für die Kalibrierung eines CGE-Modells sind empirische Werte für alle in den mathematischen Gleichungen enthaltenen endogenen und exogenen Variablen erforderlich. Auch die zahlreichen in einem Modell spezifizierten Parameter (wie etwa Substitutionselastizitäten) sollten so weit als möglich auf empirischen Schätzungen statt Annahmen oder Werten aus der einschlägigen Literatur basieren, was gerade auf regionaler Ebene aufgrund von Datenbeschränkungen nicht immer möglich ist.

Die Entwicklung von Sindelar 10 erforderte damit sowohl sektoral wie auch regional sehr detaillierte und umfangreiche Informationen über die österreichische Wirtschaft, die zum Teil über das hinausgehen, was die amtliche Statistik oder auch andere Datenquellen zur Verfü-

gung stellen. Daher war es notwendig, ausgehend von Daten der nationalen und regionalen volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sowie der nationalen Input-Output Tabelle<sup>13</sup> und unter Zuhilfenahme von Schätzmethode eine regionale Datenbasis zu erstellen, die in Umfang und Detaillierungsgrad einzigartig für Österreich ist. Diese Datenbasis bezieht sich auf das Jahr 2007, das Jahr der bis vor kurzem aktuellsten nationalen Input-Output Tabelle der Statistik Austria, und unterscheidet zwischen 38 Wirtschaftsbranchen und 41 Gütern. Alle in dieser Datenbasis enthaltenen regionalen Informationen sind mit den von Statistik Austria veröffentlichten nationalen Werten vollständig konsistent, d.h. die Summe der Variablenwerte über alle Bundesländer ergibt stets den Variablenwert für Österreich.

Kern der Datenbasis sind die neun regionalen Aufkommens- und Verwendungstabellen, die einerseits die Produktion von Gütern in den einzelnen Wirtschaftsbranchen, andererseits die Verwendung von Gütern detailliert dokumentieren. Auf der Verwendungsseite wird unterschieden zwischen:

- dem intermediären Güterverbrauch der 38 Wirtschaftsbranchen, also den Vorleistungen;
- der Endverwendung der Güter im Rahmen des Konsums der privaten Haushalte, der Organisationen ohne Erwerbszweck und des öffentlichen Bereichs;
- der Investitionstätigkeit und der Lagerveränderungen der Unternehmen;
- sowie der Exporte in andere Regionen und Länder.

In einem ersten Erstellungsschritt wurden solche Tabellen für jedes Bundesland aber noch ohne Berücksichtigung der Güterherkunft produziert. Diesem Schritt folgte die Abschätzung des interregionalen und internationalen Handels für jedes einzelne der 41 Güter:

- Die Produktion eines Gutes innerhalb einer Region wird zum Teil in der Region selbst verbraucht, zum Teil aber in andere Regionen und ins Ausland geliefert.
- Der regionale Bedarf eines Gutes in einer Region (für regionale Produktions-, Konsum- oder Investitionszwecke) wird teilweise durch die Produktion des Gutes innerhalb der Region gedeckt, teilweise aber durch Importe aus anderen Regionen und dem Ausland.

Daten zu interregionalen Handelsströmen werden in der Regel von der amtlichen Statistik nicht zur Verfügung gestellt, sodass statistische Schätzverfahren angewendet werden müssen. Für die Abschätzung der interregionalen Handelsströme in Österreich wurde auf ein statistisches Randausgleichsverfahren zurückgegriffen, in das auch Ergebnisse einer spezifischen Befragung aus dem Jahr 2001 einfließen. Details zu diesem methodischen Ansatz sind Fritz et.al (2005) zu entnehmen.

Die derart abgeleiteten Verwendungstabellen in der Dimension Güter x Sektoren x Herkunftsregion x Zielregion wurden zunächst auf Basis von Herstellungspreisen erstellt. Unter der Annahme, dass sich die Anteile der Spanngüterwerte für Handel und Transport an den zu Herstellungspreisen bewerteten Güterverbrauchswerten zwischen den Regionen nicht unterscheiden, wurden schließlich Verwendungstabellen zu Anschaffungspreisen abgeleitet.

<sup>13</sup> Siehe dazu Statistik Austria (2011a) und Statistik Austria (2011b).

Die Werte für die Modellparameter wurden, wie üblich, Großteils der einschlägigen Fachliteratur (siehe z.B. Turner, 2012) entnommen und nur in einzelnen Fällen aus eigenen empirischen Abschätzungen ermittelt; die Plausibilität der Parameterwerte wurde ausführlich getestet und wenn erforderlich angepasst.

Die Anwendbarkeit des Modells für die Analyse bzw. die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Effekte aus den oben beschriebenen Maßnahmen unterliegt gewissen Einschränkungen, die bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind. In der aktuellen Version enthält Sindelar 10 einen Energiesektor, der ein einziges Gut - Energie - produziert und an andere Sektoren und die Endnachfrage liefert. Eine Unterscheidung nach einzelnen Energieträgern innerhalb dieses Sektors ist derzeit nicht möglich. Die durch die Maßnahmen angestoßene Substitution zwischen Energieträgern innerhalb des Energiesektors kann also nicht direkt abgebildet werden. Es ist allerdings nicht zu erwarten, dass sich die Hauptkenntnisse dieser Studie durch eine detailliertere Modellierung des Energiesektors wesentlich verändern würden.

## C.4.2 Simulationsergebnisse

Auf Grundlage der auf Bundesländerebene hochgerechneten Informationen zu den Umsetzungskosten für Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträger werden die erwarteten regionalwirtschaftlichen Auswirkungen mit Sindelar 10 simuliert. Dabei werden drei Gruppen von Maßnahmen simuliert:

- Energieeffizienzmaßnahmen („**Effizienz**“)
- Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger („**Energiemix**“)
- Gesamtheit aller geplanten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger („**Gesamt**“)

Diese drei Maßnahmenbündel wurden gewählt, um einerseits die unterschiedliche Wirkungsweise von Energieeffizienzmaßnahmen und einer Forcierung erneuerbarer Energieträger und andererseits die Gesamteffekte der Maßnahmen abzubilden. Investitionen in Energieeffizienz wie z.B. effizientere Antriebe oder thermische Sanierung sind mit zum Teil beträchtlichen Betriebskosteneinsparungen (v.a. Reduktion von Energiekosten) verbunden. Die Forcierung erneuerbarer Energien führt hingegen nur zu einer geringeren Energiekosteneinsparung; es kommt jedoch zu einem Shift in der Nachfrage nach Konsumgütern und Vorleistungen, wenn z.B. Biomasse aus dem Sektor Landwirtschaft anstelle von Erdöl aus dem Sektor Mineralölverarbeitung eingesetzt wird.<sup>14</sup>

Tabelle 16 bis Tabelle 18 fassen die Investitionskosten sowie die Betriebskosteneffekte für die einzelnen Maßnahmengruppen zusammen, die für die österreichischen Bundesländer (mit Ausnahme von Wien) abgeschätzt wurden. Dabei wird unterstellt, dass Investitionen im Bereich Mobilität zum Teil von der öffentlichen Hand (z.B. ÖV) und zum Teil durch die Haushalte (z.B.

<sup>14</sup> Es ist darauf hinzuweisen, dass Maßnahmen, die im Folgenden der Kategorie „Energieträgermix“ zugeordnet sind, auch mit Energieeffizienzsteigerungen verbunden sind. Das trifft sowohl auf den Austausch von „Heizsystemen“ (neue Systeme weisen generell eine höhere Effizienz als ältere auf) als auch auf den Einsatz erneuerbarer Energieträger in der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme (s.o.). Die Maßnahme „Elektromobilität“ wurde trotz des Energieträgershifts aufgrund der damit verbundenen Effizienzsteigerung der Fahrzeuge der Kategorie „Energieeffizienz“ zugeordnet.

Elektromobilität) finanziert werden. Auch die Betriebskostenveränderungen im Mobilitätsbereich teilen sich auf die Haushalte und den öffentlichen Sektor auf: Während es bei den Haushalten durch die Nutzung effizienterer Fahrzeuge aber auch z.B. durch eine Ausweitung des NMIV generell zu geringeren Verkehrsausgaben kommt, ist bei Maßnahmen, für die die öffentliche Hand Investitionen tätigt, mit damit verbundenen zusätzlichen Betriebskosten zu rechnen (z.B. Intervallsteigerung im öffentlichen Verkehr, Ausweitung des ÖV Netzes). Für den Wohngebäudebereich wird unterstellt, dass die Investitionen von den Haushalten getragen werden; Energiekosteneinsparungen durch die Effizienzverbesserung oder durch einen Energieträgershift kommen ebenfalls dem Haushaltssektor zugute. Bezüglich der Bereitstellung von Elektrizität und Fernwärme wird unterstellt, dass die Investitionen vom Energiesektor getätigt werden und auch Betriebskostenveränderungen (zum einen aufgrund unterschiedlicher Preise für unterschiedliche Energieträgerinputs und zum anderen weil für bestimmte Technologien, wie Windkraft, nahezu keine Betriebskosten anfallen) auf diesen Sektor entfallen. Für den Energiesektor wird angenommen, dass es sich bei den Investitionen in erneuerbare Energieträger um zusätzliche Investitionen handelt, d.h. es kommt zu keiner Verlagerung der Investitionen dieses Sektors.

*Tabelle 16. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten in Energieeffizienzmaßnahmen und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in Mio. Euro*

|                                    | BL           | KT          | NÖ           | OÖ           | SB           | ST           | TI           | VB           |
|------------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Investitionskosten</b>          | <b>97,8</b>  | <b>88,5</b> | <b>500,9</b> | <b>294,9</b> | <b>28,3</b>  | <b>560,7</b> | <b>35,5</b>  | <b>19,1</b>  |
| Haushalte                          | 97,8         | 77,0        | 170,8        | 284,9        | 26,5         | 478,6        | 32,9         | 17,9         |
| Thermische Sanierung               | 97,8         | 77,0        | 11,0         | 284,9        | 6,1          | 426,7        | 7,1          | 4,0          |
| E-Mobilität                        |              |             | 159,8        |              | 20,4         | 51,9         | 25,8         | 13,9         |
| Öffentliche Hand                   |              | 11,4        | 330,1        | 9,9          | 1,8          | 82,0         | 2,6          | 1,2          |
| Fahrgemeinschaften                 |              | 0,1         |              |              |              |              |              |              |
| Spritsparen                        |              |             |              | 9,9          |              |              |              |              |
| Effiziente Raumplanung             |              |             |              |              |              | 0,8          |              |              |
| Ausweitung ÖV                      |              | 11,4        | 330,1        |              |              | 80,0         |              |              |
| Ausweitung NMIV                    |              |             |              |              | 1,8          | 1,3          | 2,6          | 1,2          |
| <b>Betriebskostenveränderungen</b> | <b>-32,9</b> | <b>-1,7</b> | <b>-42,5</b> | <b>-95,5</b> | <b>-23,9</b> | <b>-19,4</b> | <b>-33,4</b> | <b>-15,3</b> |
| Haushalte                          | -32,9        | -8,0        | -143,5       | -95,5        | -24,0        | -32,9        | -33,5        | -15,4        |
| Fahrgemeinschaften                 |              | -4,6        |              |              | -12,6        |              | -17,6        | -8,0         |
| Spritsparen                        |              |             |              | -88,4        |              |              |              |              |
| E-Mobilität                        |              |             | -22,0        |              | -3,5         | -8,8         | -4,8         | -2,4         |
| Effiziente Raumplanung             |              |             |              |              |              | -3,8         |              |              |
| Ausweitung ÖV <sup>1)</sup>        |              | 1,5         | 8,2          |              |              | -6,9         |              |              |
| Ausweitung NMIV                    |              |             |              |              | -7,3         | -6,7         | -10,3        | -4,6         |
| Effiziente KFZ                     |              |             | -114,9       |              |              |              |              |              |
| Reduktion der Autofahrten          | -28,8        |             |              |              |              |              |              |              |
| Thermische Sanierung               | -1,6         | -1,1        | -0,2         | -3,7         | -0,1         | -5,5         | -0,1         | 0,0          |
| Einsparung Elektrizität            | -2,5         | -3,9        | -13,0        | -3,4         | -0,7         | -1,3         | -0,7         | -0,4         |
| Einsparung Raumwärme <sup>2)</sup> |              |             | -1,6         |              |              |              |              |              |
| Öffentliche Hand                   |              | 6,3         | 101,0        |              | 0,1          | 13,6         | 0,1          | 0,1          |
| Effiziente Raumplanung             |              |             |              |              |              | 0,3          |              |              |
| Ausweitung ÖV                      |              | 6,3         | 101,0        |              |              | 13,2         |              |              |
| Ausweitung NMIV                    |              |             |              |              | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,1          |
| <b>Gesamt</b>                      | <b>64,9</b>  | <b>86,7</b> | <b>458,4</b> | <b>199,4</b> | <b>4,3</b>   | <b>541,3</b> | <b>2,1</b>   | <b>3,8</b>   |

<sup>1)</sup> Im Bundesland Steiermark enthält die Maßnahme "Ausweitung ÖV" neben dem Umstieg vom MIV auf den ÖV auch eine reine Reduktion der Kfz-km im MIV, weshalb sich hier eine Nettoeinsparung für die Haushalte ergibt.

<sup>2)</sup> durch Lenkungsmaßnahmen

Quelle: Statistik Austria (2004, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

**Tabelle 17. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten in erneuerbare Energieträger und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahme in Mio. Euro**

|                                    | BL          | KT          | NÖ           | OÖ           | SB          | ST           | TI          | VB          |
|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| <b>Investitionskosten</b>          | <b>60,5</b> | <b>30,0</b> | <b>318,3</b> | <b>102,0</b> | <b>18,1</b> | <b>105,1</b> | <b>28,9</b> | <b>9,6</b>  |
| Energiesektor                      | 46,4        | 4,6         | 185,8        | 44,1         | 12,7        | 29,7         | 20,7        | 7,0         |
| Geothermie                         |             |             |              | 11,7         |             |              |             |             |
| Biomasse                           | 6,0         | 4,6         | 14,2         | 11,5         | 1,0         |              | 2,7         |             |
| Windkraft                          | 40,5        |             | 169,1        | 19,2         | 2,9         | 29,7         | 2,3         | 0,8         |
| Wasserkraft                        |             |             | 2,6          | 1,8          | 8,9         |              | 15,8        | 6,2         |
| Haushalte                          | 14,1        | 25,4        | 132,5        | 57,9         | 5,4         | 75,4         | 8,2         | 2,7         |
| Heizungstausch                     | 2,0         | 16,5        | 76,9         | 24,3         | 1,8         | 36,7         | 2,8         | 1,2         |
| Photovoltaik                       | 12,0        | 8,9         | 55,6         | 33,5         | 3,6         | 38,7         | 5,5         | 1,5         |
| <b>Betriebskostenveränderungen</b> | <b>19,0</b> | <b>-6,1</b> | <b>-56,1</b> | <b>-16,4</b> | <b>1,3</b>  | <b>-7,0</b>  | <b>1,2</b>  | <b>1,4</b>  |
| Energiesektor                      | 20,2        | 0,7         | -36,4        | -7,2         | 2,2         | -3,9         | 2,5         | 2,0         |
| Geothermie                         |             |             |              | 0,2          |             |              |             |             |
| Biomasse                           | 0,8         | 0,7         | 1,9          | 1,6          | 0,2         |              | 0,3         |             |
| Windkraft                          | 19,4        |             | 2,3          | 1,9          | 1,8         | 1,9          | 1,8         | 1,8         |
| Einsparung Fossile                 |             |             | -40,7        | -10,9        |             | -5,8         |             |             |
| Wasserkraft                        |             |             | 0,1          | 0,0          | 0,2         |              | 0,4         | 0,2         |
| Haushalte                          | -1,2        | -6,7        | -19,7        | -9,2         | -0,9        | -3,1         | -1,3        | -0,6        |
| Geothermie                         |             |             |              | -0,1         |             |              |             |             |
| Heizungstausch                     | -0,5        | -6,2        | -16,6        | -7,2         | -0,7        | -0,9         | -1,0        | -0,5        |
| Eigenstromerzeugung                | -0,7        | -0,5        | -3,1         | -1,9         | -0,2        | -2,2         | -0,3        | -0,1        |
| <b>Gesamt</b>                      | <b>79,5</b> | <b>24,0</b> | <b>262,2</b> | <b>85,6</b>  | <b>19,4</b> | <b>98,1</b>  | <b>30,1</b> | <b>11,0</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011), Kaltschmitt und Streicher (2009); eigene Berechnungen.

**Tabelle 18. Durchschnittliche jährliche Investitionskosten und damit verbundene Betriebskostenveränderungen in den betrachteten Bundesländern nach Maßnahmenkategorie in Mio. Euro**

|                                    | BL           | KT           | NÖ           | OÖ            | SB           | ST           | TI           | VB           |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Investitionskosten</b>          | <b>158,3</b> | <b>118,5</b> | <b>819,2</b> | <b>396,8</b>  | <b>46,4</b>  | <b>665,7</b> | <b>64,4</b>  | <b>28,7</b>  |
| Energieeffizienzmaßnahmen          | 97,8         | 88,5         | 500,9        | 294,9         | 28,3         | 560,7        | 35,5         | 19,1         |
| EE-Maßnahmen                       | 60,5         | 30,0         | 318,3        | 102,0         | 18,1         | 105,1        | 28,9         | 9,6          |
| <b>Betriebskostenveränderungen</b> | <b>-13,9</b> | <b>-7,8</b>  | <b>-98,6</b> | <b>-111,9</b> | <b>-22,7</b> | <b>-26,4</b> | <b>-32,2</b> | <b>-13,9</b> |
| Energieeffizienzmaßnahmen          | -32,9        | -1,7         | -42,5        | -95,5         | -23,9        | -19,4        | -33,4        | -15,3        |
| EE-Maßnahmen                       | 19,0         | -6,1         | -56,1        | -16,4         | 1,3          | -7,0         | 1,2          | 1,4          |
| <b>Gesamt</b>                      | <b>144,4</b> | <b>110,7</b> | <b>720,6</b> | <b>285,0</b>  | <b>23,7</b>  | <b>639,4</b> | <b>32,2</b>  | <b>14,8</b>  |

Quelle: Statistik Austria (2004, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011), Kaltschmitt und Streicher (2009); eigene Berechnungen.

Jedes der drei Maßnahmenbündel („Energieeffizienz“, „Energienmix“, „Gesamt“) wird unter fünf verschiedenen Annahmen simuliert:

- 1) Die Kapitalstöcke in Wirtschaftsbereichen außerhalb des Energiesektors bleiben unverändert („*short run model closure*“): Produktionserhöhungen in diesen Branchen als Folge vermehrter Nachfrage können hier nur durch einen vermehrten Einsatz an Arbeitskräften realisiert werden. Diese Annahme spiegelt eine Situation in der kürzeren Frist wider, da Investitionen in die Ausweitung bzw. die Anpassung des Kapitalstocks erst verzögert wirken.
- 2) Der öffentliche Konsum ist konstant. Änderungen im BIP können damit auf der Verwendungsseite nur von Änderungen im privaten Konsum der Haushalte, den Investitionen (inkl. der Lagerhaltung) und den Nettoexporten ausgehen.



- 3) In Kombination mit Annahme 1) wird Annahme 2) erweitert, indem unterstellt wird, dass die Haushalte ein konstantes Konsumniveau beibehalten: Die durch die geplanten Maßnahmen induzierten Ausgabensteigerungen bei bestimmten Gütern (etwa Bau- dienstleistungen) müssen also durch proportionale Ausgabeneinschränkungen bei anderen Gütern kompensiert werden. Wird auf diese Annahme verzichtet, muss implizit von einer (exogenen) Erhöhung der Haushaltseinkommen und / oder einer Reduzierung der Haushaltssparquote ausgegangen werden, wenn die Haushalte Maßnahmen setzen, um ihre Energieversorgung und ihre Energieeffizienz zu beeinflussen.
- 4) In Kombination mit Annahmen 1) und 2) werden in dieser Simulation die Weltmarktpreise für Erdöl- und Erdgas um 10% erhöht.
- 5) In Kombination mit Annahme 2) wird nun unterstellt, dass die Kapitalstöcke in der gesamten Volkswirtschaft variabel sind („long run model closure“): Anpassungen im Produktionsniveau können nun sowohl durch einen vermehrten Einsatz an Arbeitskräften als auch durch Ausweitungen der Kapitalstöcke realisiert werden.

In allen Simulationen wird davon ausgegangen, dass die geplanten Maßnahmen als direkte Effekte zu Mehrausgaben von Haushalten und / oder Unternehmen für bestimmte Güter und Dienstleistungen und Minderausgaben für andere Güter und Dienstleistungen führen. Beispielsweise führen Investitionen der Haushalte in eine neue Biomasseheizungsanlage (als Ersatz für eine Ölheizung) dazu, dass in der ersten Runde Ausgaben für Heizungsanlagen und Biomasse steigen, während kein Geld für Heizöl mehr ausgegeben wird – dadurch verschiebt sich die Struktur des Haushaltskonsums; wird Annahme 3 außer Kraft gesetzt, verändert sich auch das Haushaltskonsumniveau. Die Ausgabenveränderungen, die je nach Bundesland unterschiedlich sind, werden Sindelar 10 exogen vorgegeben; eine Modellsimulation unter diesen veränderten Vorgaben führt zu Veränderungen in anderen, modellendogenen Variablen und schließlich zu einem neuen „Gleichgewicht“ im regionalwirtschaftlichen System. Die volkswirtschaftlichen Effekte ergeben sich dann als prozentuelle Veränderungen der Variablenwerte beim Übergang von einem alten zu einem neuen Gleichgewicht.

Zusätzlich zu den beschriebenen Simulationen werden auch die volkswirtschaftlichen Effekte eines „Status quo“-Szenarios simuliert: Dabei wird (bei konstanten Kapitalstöcken, also in der kurzen Frist) wiederum von einer Erhöhung der Weltmarktpreise für Erdöl und Erdgas um 10% ausgegangen, allerdings ohne Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger in der Energieproduktion. Die Ergebnisse dieses Szenarios sollen als Benchmark für Szenario 4 dienen, in dem die Effekte von Energieeffizienzmaßnahmen und einer Forcierung erneuerbarer Energieträger unter der Annahme steigender fossiler Energiepreise simuliert werden.

Nachdem Sindelar 10 die regionalwirtschaftlichen Kreisläufe des Jahres 2007 abbildet und als Modellinputs die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen der geplanten Maßnahmen verwendet werden, ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass es sich erstens um die Effekte einer hypothetischen Umsetzung der Maßnahmen im Jahr 2007 handelt und zweitens um die Effekte einer schrittweisen Umsetzung der Maßnahmen, d.h. nicht um die kumulierten Effekte des gesamten Maßnahmenprogramms bis 2020. Trotz dieser Beschränkungen können die Ergebnisse ein erstes, allgemeines Bild über den zu erwartenden volkswirtschaftlichen Nutzen aus der Umsetzung der geplanten Maßnahmen in den Modellregionen liefern:

Nachdem strukturelle Veränderungen in einer Volkswirtschaft meist langsam voranschreiten, ist nicht zu erwarten, dass eine Kalibrierung des Modells auf ein anderes Jahr deutlich unterschiedlichere Ergebnisse erbringen würde und somit die Validität der Simulationen wesentlich vermindert. Die Simulation durchschnittlicher jährlicher Aufwendungen statt der Gesamtaufwendungen rechtfertigt sich wiederum aus der Tatsache, dass umfangreiche Veränderungen in der Energiebereitstellung und -verwendung nur über einen relativ langen zeitlichen Horizont implementiert werden können. Da für die Simulationen ein statisches, auf einen Zeitpunkt bezogenes Modell, verwendet wird, würde die Simulation mehrjähriger Ausgaben entweder zu stark verzerrten Effekten führen oder sich sogar als undurchführbar im Sinne einer Modelllösung erweisen. Eine Interpretation der Ergebnisse als durchschnittlich jährlich zu erwartende Effekte erscheint hingegen legitim und erlaubt auch erste, grobe Anhaltspunkte zu den Gesamteffekten.

Tabelle 19 stellt die Ergebnisse der verschiedenen Simulationen in Bezug auf das reale Bruttoinlandsprodukt dar, Tabelle 20 enthält die entsprechenden prozentuellen Veränderungen der Beschäftigung, Tabelle 21 die absoluten Beschäftigungsveränderungen.

In der kurzen Frist, in der die Kapitalstöcke nicht verändert werden können, führen die energieeffizienzerhöhenden Maßnahmen zu einer geringfügigen Abnahme des BIP für Österreich. Dieses auf den ersten Blick überraschende Ergebnis wird verständlicher, wenn man die regionalen Veränderungen betrachtet: Mit Ausnahme Niederösterreichs profitieren alle Bundesländer (mehr oder weniger stark) von den Maßnahmen bzw. erfahren unter der Annahme höherer Erdöl-/Erdgaspreise lediglich geringfügige Rückgänge des realen BIP (Tirol, Vorarlberg). Für Niederösterreich ergibt sich hingegen eine Verringerung des realen BIP zwischen 1 und 1,2 Prozent, je nachdem unter welchen Modellannahmen simuliert wird. Die negativen Effekte für Niederösterreich – die sich auf das nationale Ergebnis durchschlagen – sind darauf zurückzuführen, dass die Verarbeitung von Rohöl zu Treibstoffen und Heizöl sehr stark auf dieses Bundesland konzentriert ist. Effizienzerhöhende Maßnahmen zielen aber direkt darauf ab, den Verbrauch und damit die Nachfrage nach Treibstoffen und Heizöl zu verringern, was das Produktionsniveau dieses Sektors negativ beeinflusst. Am stärksten wirkt dieser negative Impuls wenn von steigenden Rohölpreisen ausgegangen wird, die die Nachfrage noch zusätzlich dämpfen.

Die Auswirkungen von Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger („Energimix“) in den acht Bundesländern auf das Bruttoinlandsprodukt sind auf nationaler Ebene positiv. Die prozentuellen Veränderungen sind in der kurzen Frist („*short run closure*“) am höchsten, wenn die Erdölpreise nicht exogen angehoben werden. Die Erdölpreissteigerung reduziert den BIP-Effekt um ca. 0,1 Prozentpunkte, was sich damit erklären lässt, das selbst bei Umsetzung aller geplanten Maßnahmen und damit einer Verringerung des Einsatzes von Erdölprodukten im Verkehr und bei Heizungssystemen in den Haushalten noch immer eine relativ starke Abhängigkeit von Erdöl gegeben ist und steigende Preise damit wachstumsdämpfend wirken. Aus regionaler Sicht ergibt die Modellsimulation von erneuerbaren Energie-Maßnahmen negative BIP-Effekte für das Burgenland, während alle anderen Bundesländer positive Wachstumseffekte erfahren. Das Burgenland als sehr kleine und damit auch sehr offene Regionalwirtschaft kann aus Investitionsprojekten sehr häufig nur in geringem Ausmaß wirtschaftlichen Nutzen ziehen, weil sowohl bei den indirekten wie auch den induzierten Effekten



die Abflüsse in andere Regionen relativ stark sind. Jene Güter, deren Nachfrage durch EE-Maßnahmen exogen erhöht wird, dürften nur in geringem Ausmaß im Burgenland erzeugt werden, müssen also meist aus anderen Regionen und dem Ausland importiert werden, was die interregionale und internationale Handelsbilanz des Burgenlandes verschlechtert. Dazu kommt, dass im Burgenland relativ viele Personen zu Arbeitsplätzen außerhalb des Bundeslandes auspendeln und damit von Einkommenserhöhungen in diesen Regionen profitieren. Damit ist es sehr wahrscheinlich, dass die Entwicklung der Haushaltseinkommen im Burgenland positiver ausfällt als die Entwicklung der regionalen Wertschöpfung.

Betrachtet man EE- und Energieeffizienzmaßnahmen gemeinsam, übersteigen die positiven BIP-Effekte durch die Forcierung erneuerbarer Energieträger die negativen Effekte aus der Umsetzung der Effizienzmaßnahmen, so dass das nationale BIP sowie die regionale Wertschöpfung in allen Bundesländern mit Ausnahme Niederösterreichs (aufgrund der sinkenden Nachfrage nach Erdölprodukten, s.o.) ansteigen. Im Burgenland fällt dieser Anstieg allerdings gering aus bzw. ist bei Erdölpreissteigerungen sogar minimal negativ, wofür die oben beschriebenen negativen Effekte, die mit einer Forcierung erneuerbarer Energieträger verbunden sind, verantwortlich sind.

Entgegen den Erwartungen sind die BIP-Effekte bei konstantem Konsumniveau der Haushalte nicht wesentlich höher als jene bei zusätzlichem Haushaltskonsum. Der Grund dafür liegt in der Entwicklung der relativen Preise: die zusätzliche Nachfrage treibt viele Preise nach oben, was sich dämpfend auf die Exportnachfrage auswirkt. Bei konstantem Konsumniveau hingegen tritt dieser Effekt kaum ein. Dementsprechend steigen die Exporte im ersten Fall auf nationaler Ebene nur um knapp 0,2 Prozent, im Fall gleichbleibenden Haushaltskonsums jedoch um mehr als 0,8 Prozent. Damit sind die BIP-Effekte, die sich aus der Summe der Veränderungen des privaten Konsums und der Exporte ergeben, in beiden Szenarien sehr ähnlich.

Es kann also allgemein erwartet werden, dass die österreichische Wirtschaftsleistung durch die geplanten Maßnahmen positive Impulse erfährt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen des „Status quo“-Szenarios (steigende Erdöl- und Erdgaspreise ohne jegliche Maßnahmen zur Umstrukturierung der Energieproduktion und des -verbrauchs) unterstreicht dabei die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen: Dieses Szenario ergibt ein sinkendes reales Bruttoinlandsprodukt in Österreich insgesamt sowie in allen Bundesländern. Die Tatsache, dass bei der Simulation von Energieeffizienzmaßnahmen (unter steigenden Erdöl- und Erdgaspreisen) die Wirtschaftsleistung auf nationaler Ebene ebenso stark zurückgeht wie dies ohne Maßnahmen zu erwarten ist, liegt an der besonderen Bedeutung der Erdölverarbeitung in Niederösterreich, deren Produktion und Wertschöpfung sowohl durch die steigenden Preise als auch durch die sinkende Nachfrage in Folge der Effizienzmaßnahmen leidet.

Tabelle 19. Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts in Prozent

|                  | Kurzfristige Szenario*)<br>Mehrausgaben |      |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Konstanter Haushaltskonsum |      |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Erdölpreisanstieg |      |        |                | Langfristiges Szenario**) |     |        |
|------------------|---|------|--------|---|------|--------|--|------|--------|----------------|---------------------------|-----|--------|
|                  | Effizienz                               | Mix  | Gesamt | Effizienz   | Mix  | Gesamt | Effizienz                                    | Mix  | Gesamt | Ohne Maßnahmen | Effizienz                 | Mix | Gesamt |
| Österreich       | 0,0                                     | 0,4  | 0,4    | 0,0   | 0,5  | 0,5    | -0,1   | 0,3  | 0,3    | -0,1           | 0,3                       | 1,9 | 2,3    |
| Burgenland       | 0,4                                     | -0,4 | 0,0    | 0,4   | -0,4 | 0,1    | 0,4  | -0,5 | 0,0    | -0,1           | 0,7                       | 2,6 | 3,4    |
| Kärnten          | 0,2                                     | 0,3  | 0,4    | 0,2   | 0,3  | 0,5    | 0,1  | 0,2  | 0,4    | 0,0            | 0,5                       | 1,4 | 1,9    |
| Steiermark       | 0,2                                     | 0,5  | 0,7    | 0,2   | 0,5  | 0,7    | 0,2  | 0,4  | 0,6    | -0,1           | 0,9                       | 2,1 | 3,0    |
| Niederösterreich | -1,0                                    | 0,5  | -0,5   | -1,0  | 0,6  | -0,5   | -1,2   | 0,4  | -0,7   | -0,1           | 0,2                       | 3,1 | 3,4    |
| Oberösterreich   | 0,2                                     | 0,4  | 0,6    | 0,2   | 0,5  | 0,7    | 0,1  | 0,3  | 0,5    | -0,1           | 0,4                       | 2,0 | 2,4    |
| Salzburg         | 0,1                                     | 0,3  | 0,4    | 0,1   | 0,4  | 0,5    | 0,0  | 0,3  | 0,4    | -0,1           | 0,2                       | 1,6 | 1,9    |
| Tirol            | 0,0                                     | 0,8  | 0,8    | 0,1   | 0,8  | 0,9    | -0,1   | 0,7  | 0,7    | -0,1           | 0,2                       | 2,3 | 2,5    |
| Vorarlberg       | 0,1                                     | 0,4  | 0,5    | 0,1   | 0,6  | 0,7    | 0,0  | 0,4  | 0,4    | -0,1           | 0,3                       | 1,8 | 2,1    |
| Wien             | 0,1                                     | 0,3  | 0,4    | 0,2   | 0,3  | 0,5    | 0,0  | 0,2  | 0,3    | -0,1           | 0,1                       | 1,1 | 1,3    |

\*) Keine Anpassung der Kapitalstöcke

\*\*) Mit Anpassung der Kapitalstöcke

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle 20. Veränderung der Beschäftigungsverhältnisse in Prozent

|                  | Kurzfristige Szenario*)<br>Mehrausgaben |     |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Konstanter Haushaltskonsum |     |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Erdölpreisanstieg |     |        |                | Langfristiges Szenario**) |     |        |
|------------------|---|-----|--------|---|-----|--------|--|-----|--------|----------------|---------------------------|-----|--------|
|                  | Effizienz                               | Mix | Gesamt | Effizienz   | Mix | Gesamt | Effizienz                                    | Mix | Gesamt | Ohne Maßnahmen | Effizienz                 | Mix | Gesamt |
| Österreich       | 0,4                                     | 0,5 | 0,9    | 0,4   | 0,5 | 0,9    | 0,3  | 0,3 | 0,8    | -0,1           | 0,5                       | 1,4 | 1,9    |
| Burgenland       | 0,9                                     | 0,7 | 1,6    | 0,7   | 0,6 | 1,4    | 0,8  | 0,6 | 1,5    | -0,1           | 0,8                       | 1,8 | 2,7    |
| Kärnten          | 0,4                                     | 0,3 | 0,7    | 0,4   | 0,4 | 0,8    | 0,4  | 0,3 | 0,7    | -0,1           | 0,5                       | 1,1 | 1,6    |
| Steiermark       | 0,6                                     | 0,5 | 1,1    | 0,6   | 0,6 | 1,1    | 0,5  | 0,4 | 1,0    | -0,1           | 0,8                       | 1,5 | 2,3    |
| Niederösterreich | 0,6                                     | 0,7 | 1,3    | 0,7   | 0,7 | 1,4    | 0,4  | 0,5 | 1,1    | -0,2           | 0,9                       | 1,8 | 2,7    |
| Oberösterreich   | 0,5                                     | 0,5 | 1,0    | 0,6   | 0,6 | 1,2    | 0,4  | 0,4 | 0,9    | -0,1           | 0,6                       | 1,6 | 2,1    |
| Salzburg         | 0,3                                     | 0,4 | 0,6    | 0,3   | 0,4 | 0,6    | 0,2  | 0,3 | 0,6    | -0,1           | 0,3                       | 1,2 | 1,6    |
| Tirol            | 0,2                                     | 0,5 | 0,7    | 0,2   | 0,6 | 0,7    | 0,1  | 0,4 | 0,6    | -0,1           | 0,3                       | 1,5 | 1,8    |
| Vorarlberg       | 0,2                                     | 0,5 | 0,6    | 0,2   | 0,6 | 0,8    | 0,1  | 0,4 | 0,5    | -0,1           | 0,3                       | 1,5 | 1,8    |
| Wien             | 0,2                                     | 0,4 | 0,6    | 0,2   | 0,4 | 0,6    | 0,1  | 0,2 | 0,5    | -0,2           | 0,3                       | 1,1 | 1,4    |

\*) Keine Anpassung der Kapitalstöcke

\*\*) Mit Anpassung der Kapitalstöcke

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle 21. Absolute Veränderung der Beschäftigungsverhältnisse

|                  | Kurzfristige Szenario*)<br>Mehrausgaben |        |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Konstanter Haushaltskonsum |        |        | Kurzfristige Szenario*)<br>Erdölpreisanstieg |        |        |                        | Langfristiges Szenario**) |        |        |
|------------------|---|--------|--------|---|--------|--------|--|--------|--------|------------------------|---------------------------|--------|--------|
|                  | Effizienz                               | Mix    | Gesamt | Effizienz   | Mix    | Gesamt | Effizienz                                    | Mix    | Gesamt | Ohne<br>Maß-<br>nahmen | Effizienz                 | Mix    | Gesamt |
| Österreich       | 18.064                                  | 20.759 | 38.242 | 18.619  | 22.196 | 40.189 | 12.345                                       | 14.787 | 32.290 | -5.730                 | 22.075                    | 59.580 | 82.292 |
| Burgenland       | 1.000                                   | 787    | 1.797  | 861   | 751    | 1.573  | 910  | 689    | 1.697  | -89                    | 981                       | 2.108  | 3.132  |
| Kärnten          | 1.131                                   | 878    | 1.991  | 1.099   | 987    | 2.049  | 942  | 681    | 1.794  | -187                   | 1.238                     | 3.053  | 4.341  |
| Steiermark       | 3.819                                   | 2.919  | 6.643  | 3.420   | 3.462  | 6.768  | 3.140  | 2.210  | 5.928  | -673                   | 4.480                     | 8.925  | 13.489 |
| Niederösterreich | 4.406                                   | 4.791  | 9.101  | 4.949   | 4.551  | 9.404  | 2.908  | 3.203  | 7.548  | -1.534                 | 5.919                     | 12.318 | 18.368 |
| Oberösterreich   | 3.772                                   | 3.852  | 7.429  | 4.235   | 4.639  | 8.700  | 2.782  | 2.818  | 6.395  | -985                   | 4.112                     | 11.302 | 15.471 |
| Salzburg         | 785                                     | 1.137  | 1.889  | 755   | 1.173  | 1.883  | 565  | 905    | 1.654  | -218                   | 984                       | 3.739  | 4.770  |
| Tirol            | 671                                     | 1.905  | 2.535  | 686   | 2.039  | 2.680  | 274  | 1.483  | 2.109  | -392                   | 1.016                     | 5.449  | 6.531  |
| Vorarlberg       | 322                                     | 805    | 1.098  | 392   | 1.104  | 1.474  | 156  | 631    | 924    | -164                   | 569                       | 2.596  | 3.191  |
| Wien             | 2.157                                   | 3.685  | 5.758  | 2.222   | 3.490  | 5.657  | 667  | 2.166  | 4.240  | -1.487                 | 2.777                     | 10.091 | 12.998 |

\*) Keine Anpassung der Kapitalstöcke

\*\*) Mit Anpassung der Kapitalstöcke

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Beschäftigungsveränderungen sind in der kurzen Frist für alle Maßnahmengruppen positiv – auch in jenen Bundesländern, die mit einem Rückgang des Bruttoinlandsprodukts zu rechnen haben. Dieses Ergebnis ist jedoch stark von den getroffenen Modellannahmen abhängig: Haben die Unternehmen keine Möglichkeit, auf Nachfragesteigerungen mit einer Ausweitung des Kapitaleinsatzes zu reagieren, müssen sie die Beschäftigung erhöhen, um die zusätzliche Nachfrage zu befriedigen. Ohne jegliche Maßnahmen ergibt sich bei steigenden Erdöl- und Erdgaspreisen nicht nur in Niederösterreich, sondern in allen Bundesländern ein Rückgang der Beschäftigung.

Die Wertschöpfungseffekte aus der Modelllösung unter einer Langfristbetrachtung mit Kapitalstockanpassung sind im Allgemeinen deutlich höher als unter den kurzfristigen Rahmenbedingungen. Nachdem die Unternehmen auf die veränderte Situation auf der Nachfrageseite auch mit Investitionen in ihre Kapitalstöcke reagieren, wird zusätzliche Nachfrage generiert, die einen positiven Einfluss auf das Wirtschaftswachstum hat. Die Möglichkeit, in zusätzliches Kapital zu investieren, führt dann auch dazu, dass Niederösterreich die Verluste aus der Erdölverarbeitung wettmachen kann und unter allen Bundesländern bei einer Simulation der Maßnahmenbündel „Energimix“ und „Gesamt“ die höchste BIP-Wachstumsrate erzielt. Grund dafür ist die starke Ausweitung der Produktion von Investitionsgütern in Niederösterreich bedingt durch die Kapitalausweitungen im Langfristszenario in allen Branchen. Eine Erhöhung des realen BIP auf nationaler Ebene im Ausmaß von über 2 Prozent ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die geplanten Maßnahmen positive Wachstumseffekte mit sich bringen und damit „double dividends“ lukriert werden könnten.

Die regionalen Ergebnisse in allen Szenarien werden stark von regionalen Produktions- und Handelsstrukturen bestimmt: Die durch die geplanten Maßnahmen ausgelöste Erhöhung der Nachfrage (zum Beispiel nach spezifischen Investitionsgütern im Energiebereich) hat aufgrund dieser strukturellen Unterschiede regional differenzierte Wirkungen. Jene Bundesländer, die auf die Produktion der nun stärker nachgefragten Güter spezialisiert sind, können natürlich einen relativ größeren wirtschaftlichen Nutzen ziehen als andere Bundesländer. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, wie z.B. die thermische Sanierung von Gebäuden, bewirken generell höhere wirtschaftliche Effekte als Investitionen in erneuerbarer Energieträger, da Baudienstleistungen überwiegend von inländischen, meist sogar lokal ansässigen Unternehmen erbracht werden und auch die von der Bauwirtschaft benötigten Vorleistungen nur in unterdurchschnittlichem Ausmaß aus dem Ausland importiert werden.

## D Schlussfolgerungen

Energiedienstleistungen und nicht Energieflüsse sollten der Ausgangspunkt für eine Transformation des Energiesystems sein. Um die Energiedienstleistungen zukünftig effizient und nachhaltig bereitzustellen, sollte die Restrukturierung bestehender Energiestrukturen den Leitlinien „low energy – low carbon – low distance“ folgen (siehe Köppl et al., 2011). Dies bezieht sich auf eine Steigerung der Energieeffizienz, eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger sowie auf eine Reduktion redundanter Mobilität und eine lokale Versorgung mit Energie.

Die Nutzung von Energie wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren determiniert (siehe Brunner et al., 2011). Für eine effizientere Nutzung von Energie sowie eine Forcierung erneuerbarer Energieträger ist daher ein umfassender Policy-Mix erforderlich. Im Rahmen des KliEn-Programms zur Förderung von Klima- und Energiemodellregionen liegt der Fokus auf Informations- und Kommunikationsmaßnahmen, durch die eine Transformation regionaler Energiesysteme hin zu nachhaltigeren Strukturen gefördert werden soll. Informationsmaßnahmen sind generell „zwar häufig notwendige, aber oft keine hinreichenden Voraussetzungen für eine Veränderung von Energiepraktiken“ (Brunner et al., 2011). Ergänzend zum Wissen darüber, dass Energiedienstleistungen nachhaltiger bereitgestellt werden können, ist für eine grundlegende Transformation bestehender Energiesysteme ein breiteres Spektrum an unterschiedlichen Politikinstrumenten erforderlich, das z.B. auch finanzielle Anreize (Investitionsförderungen; Berücksichtigung negativer externer Effekte in den Energiepreisen) oder auch Mindeststandards für Energieeffizienz inkludiert.

In ihren Umsetzungskonzepten haben sich die KEM-Regionen zum Teil ambitionierte Ziele bezüglich der Steigerung der Energieeffizienz und der Forcierung erneuerbarer Energieträger gesetzt. Die Zielsetzungen der KEM-Regionen unterscheiden sich deutlich bezüglich der geplanten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der geplanten Maßnahmen zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien, wo neben unterschiedlichen regionalen Potentialen auch unterschiedliche Verwendungsstrategien für Biomasse eine Rolle spielen. In manchen Vorschlägen kommt der Gedanke der Energiedienstleistung nicht klar zum Ausdruck, wenn beispielsweise im Gebäudebereich Heizungstausch stärker gewichtet wird als thermische Sanierung, also Effizienzmaßnahmen im Vergleich zu Energieträgershifts eine untergeordnete Rolle spielen. Dies gilt auch für den Bereich der Mobilität, wenn ein Umstieg auf neue Antriebstechnologien vor einer Vermeidung von Wegen oder einem Umstieg auf energiesparende Verkehrsmittel steht.

In der vorliegenden Studie wurden die Effekte verschiedener Maßnahmenbündel zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger in den österreichischen Bundesländern anhand illustrativer Beispiele untersucht. Dazu wurden die in den KEM-Regionen geplanten Maßnahmen auf Bundesländerebene hochgerechnet und der für die Umsetzung der Maßnahmen erforderliche Investitionsbedarf sowie die damit verbundenen Betriebskosteneffekte abgeschätzt. Mit welchen Politikinstrumenten die geplanten Maßnahmen umgesetzt werden können, ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die Gestaltung der Rahmenbedingungen ist von hoher Relevanz, da für die Realisierung der in den Umsetzungskonzepten angestrebten Effekte ein beträchtliches Investitionsvolumen mobilisiert werden

müsste. Informations- und Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen der bisherigen Förderung der KEM-Regionen alleine werden nicht ausreichen, um eine Transformation der bestehenden Energiesysteme zu erreichen, können diese aber erleichtern. Verhaltensänderungen der Konsumenten, wie z.B. eine verstärkte Nutzung des ÖV, können zudem einen signifikanten Beitrag für die Erreichung einer nachhaltigen Energieversorgung leisten (siehe Bohunovsky et al., 2010).

Die Simulationen mit Sindelar 10 bieten erste empirische Hinweise auf die volks- und regionalwirtschaftlichen Auswirkungen der auf regionaler Ebene geplanten und auf Bundesländerebene hochgerechneten Maßnahmen. Während auf nationaler Ebene damit gerechnet werden kann, dass Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung ansteigen, sind die Wachstumseffekte auf regionaler Ebene durchaus unterschiedlich verteilt und können auch negativ sein, wenn eine Region stark auf Wirtschaftsbereiche spezialisiert ist, die bei einer Forcierung erneuerbarer Energieträger und einer höheren Energieeffizienz schrumpfen werden.

Die Unterschiede in den regionalwirtschaftlichen Effekten können im Allgemeinen auf folgende Faktoren zurückgeführt werden:

- *Die regionale Verteilung der direkten Effekte:* Da die Daten auf Basis der in den Umsetzungskonzepten geplanten Maßnahmen der Klima und Energie Modellregionen auf Bundesländerebene hochgerechnet wurden, ist das mit den Maßnahmen verbundene Ausgabenvolumen regional unterschiedlich verteilt.
- *Größenunterschiede der Bundesländer:* Kleine Bundesländer wie das Burgenland weisen einen höheren Grad an interregionalen Verflechtungen auf; Investitionen oder Ausgaben, die im Burgenland getätigt werden, betreffen damit häufig Güter oder Dienstleistungen, die aus anderen Regionen (oder aus dem Ausland) importiert werden müssen. Der regionale Multiplikator kleiner Regionen ist damit in der Regel geringer als jener größerer Wirtschaftsräume.
- *Regionale Unterschiede in der sektoralen Struktur:* Regionale Spezialisierungsmuster in der Produktion von Gütern, deren Nachfrage durch die geplanten Maßnahmen erhöht oder reduziert wird, tragen zu einer unterschiedlichen regionalen Verteilung der Effekte bei. Am deutlichsten zeigt sich das im Fall von Erdölprodukten, deren Produktion sehr stark auf Niederösterreich konzentriert ist.

Ein erheblicher Anteil jener Technologien, die unter den geplanten Maßnahmen stärker nachgefragt werden, wird derzeit nicht in Österreich produziert. Durch wirtschaftspolitische Maßnahmen, etwa im Bereich der Technologiepolitik, könnte erreicht werden, dass für Investitionsgüter und Technologien in diesem Bereich die inländische Wertschöpfung gesteigert wird.

Maßnahmen zur Umstrukturierung des Energiesystems stärken nicht nur die österreichische Wirtschaft durch positive Nachfrageimpulse in der Investitionsphase, sondern reduzieren auch die Importe fossiler Brennstoffe, deren Preise in Zukunft mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ansteigen. Möglichst zügige Umstrukturierungsbemühungen könnten hingegen die internationale Wettbewerbsfähigkeit Österreichs verstärken, wenn Österreich dabei eine Vorreiterrolle übernimmt.

## Literatur

- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung und Niederösterreichische Akademie (2008) Mobilität in Niederösterreich - Ergebnisse der landesweiten Mobilitätsbefragung 2008, St. Pölten.
- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2011) Kraftfahrzeugbestand 1980-2011, Niederösterreich.
- BMVIT (2007) Verkehr in Zahlen, Wien.
- Bohunovsky, L., A. Stocker, F. Hinterberger, A. Großmann, M.I. Wolter, H. Hutterer, R. Madlener (2010). Volkswirtschaftliche Auswirkungen eines nachhaltigen Energiekonsums. Publizierbarer Endbericht des Projekts e-co. Wien.
- Bröcker, J. (1998), Operational Computable General Equilibrium Modeling, *Annals of Regional Science*, 32, S. 367-387.
- Brunner, K.-M.; M. Spitzer, A. Christanell (2011) Energiekonsum und Armut. In: Mikl-Horke, Gertraude (Hsg.) *Sozioökonomie: Die Rückkehr der Wirtschaft in die Gesellschaft*. Marburg: Metropolis Verlag, S. 319-348.
- E-control (2012) Preisentwicklung und Strompreiszusammensetzung, <http://www.e-control.at/de/statistik/strom/marktstatistik/preisentwicklung>
- Energieagentur der Regionen et al. (2011) Umsetzungskonzept Klima- und Energiemodellregion Waldviertler Wohlviertel. Waidhofen an der Thaya u.a. <http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/waldviertlerwohlviertelklimaenergiekonzeptokt2011ueberarbeitet.pdf>
- Europäische Kommission (2011) Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050. KOM (2011) 112 endg.
- Europäische Kommission (2012) Energiefahrplan 2050. KOM (2012) 885 endg.
- Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie Güssing GmbH (2011) Regionales Energiekonzept ökoEnergiewald. Güssing. [http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/20101109\\_umsetzungskonzept\\_oekoenergiewald.pdf](http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/20101109_umsetzungskonzept_oekoenergiewald.pdf)
- Fritz, O., Streicher, G., und G. Zakarias (2005) MultiREG – ein multiregionales, multisektorales Prognose- und Analysemodell für Österreich. WIFO-Monatsberichte 8/2005.
- Haddad, E. A. (2012) Spatial Perspectives of Improving Competition in Lebanon, TD NEREUS 02-2012.
- Haddad, E. A., und G. J. D. Hewings (2005) Market Imperfections in a Spatial Economy: Some Experimental Results. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 45, S. 476-496.



- Hausberger, S. (2010) Erstellung globaler Emissionsdaten für Österreichische Kfz von 1950 bis 2030, Studie für den Steirischen Klimaschutzplan, Technische Universität Graz, Jänner 2010.
- Herry, M. und G. Sammer (1999) Mobilitätshebung österreichischer Haushalte, Bundesverkehrswegeplan, Arbeitspaket A3-H2, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Band 87, Wien.
- Herry, M., I. Steinacher und R. Tomschy (2009) Mobilität in Vorarlberg - Ergebnisse der Verkehrsverhaltensbefragung 2008, Studie im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung, Endbericht, Wien.
- Kaltschmitt, M. und W. Streicher (2009) Regenerative Energien in Österreich - Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung. Wiesbaden: Vieweg und Teubner.
- Käfer, A., K. Steininger, K. Axhausen, E. Burian, L. Clees, O. Fritz, B. Fürst, B. Gebetsroither, C. Grubits, P. Huber, R. Kurzmann, R. Molitor, G. Ortis, G. Palme, H. Peherstorfer, D. Pfeiler, S. Schönfelder, K. Siller, G. Streicher, O. Thaller, S. Wiederin und G. Zakarias (2009) Verkehrsprognose 2025+. Finaler Endbericht, Wien.
- Kletzan-Slamanig, D. et al. (2008) Energieeffiziente Gebäude. Potentiale und Effekte von emissionsreduzierenden Maßnahmen, WIFO Monographien 10/2008. Wien.
- Köppl, A. et al. (2011) EnergyTransition 2012\2020\2050 - Strategies for the Transition to Low Energy and Low Emission Structures, WIFO Monographien 2/2011. Wien.  
<http://energytransition.wifo.ac.at/>
- Kreinecker, S. und H. Pözlberger (2011) Umsetzungskonzept Klima- und Energie-Modellregion Eferding – 2. Version. Eferding.  
[http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/umsetzungskonzept\\_eferding\\_ooe.pdf](http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/umsetzungskonzept_eferding_ooe.pdf)
- Kribernegg, G. (2010) VERMOSA-Verkehrsmodell Salzburg, Auswertung Netzmodell Salzburg, Graz.
- Landesstatistik Vorarlberg (2010) Kraftfahrzeugbestand und Straßenverkehrsunfälle in Vorarlberg,  
[http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/geschichte\\_statistik/statistik/landesstatistik/weitereinformationen/verkehr.htm](http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/geschichte_statistik/statistik/landesstatistik/weitereinformationen/verkehr.htm)
- Landesstatistik Steiermark (2010) Kraftfahrzeugbestand 1920-2010,  
<http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/beitrag/10643895/18219392/>
- ÖROK (2009) Energie und Raumentwicklung. Räumliche Potenziale erneuerbarer Energieträger. Wien.
- proPellets Austria (2012) Preise für lose Pellets,  
<http://www.propellets.at/cms/cms.php?pageName=235>



- Stanzer, G. et al. (2010) REGIO Energy - Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020. Wien / St. Pölten.
- Statistik Austria (2004a) Gebäude- und Wohnungszählung 2001, Hauptergebnisse Bundesländer. Wien.
- Statistik Austria (2004b) Statistische Nachrichten 3/2004, Bundesdurchschnittspreise ausgewählter Waren und Dienstleistungen. Wien.
- Statistik Austria (2010) Pkw-Bestand nach Bundesländern, verfügbar unter:  
[http://portal.wko.at/wk/format\\_detail.wk?angid=1&stid=356696&dstid=683&titel=Bundes%C3%A4nderdaten%2c-%2cLangzeitreihen](http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=356696&dstid=683&titel=Bundes%C3%A4nderdaten%2c-%2cLangzeitreihen)
- Statistik Austria (2011a) Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Hauptergebnisse 1995-2010. Wien.
- Statistik Austria (2011b) Input-Output-Tabelle 2007. Wien.
- Statistik Austria (2011c) Jahresdurchschnittspreise und -steuern 2010 für die wichtigsten Energieträger. Wien.
- Statistik Austria (2012a) Nutzenergieanalysen der Bundesländer, Sonderauswertung. Wien.
- Statistik Austria (2012b) Energiebilanzen der Bundesländer. Wien.
- Steininger, K., B. Amon, A. Damm, W. Grossmann, R. Heimrath, S. Hörtenhuber, M. Lauer, D. Steiner, F. Tatzber und B. Wolking (2012) ClimReg-Bundeslandspezifische Technologie-szenarien als Entscheidungsgrundlage für eine zukunftsfähige Energienutzung, Endbericht Graz.
- Turner, K., Soo Jung, H., Hewings, G. J. D., McGregor, P., and K. Swales (2012) Econometric estimation of Armington import elasticities for a regional CGE model of the Illinois economy. Economic Systems Research, 24 (1).
- Unglaub, R. et al. (2011) Klima- und Energiemodellregion Südkärnten - Bericht und Umsetzungskonzept.  
[http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/uk\\_suedkaernten.pdf](http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/uk_suedkaernten.pdf)
- Klima Modell Region Mürzzuschlag (2011) Umsetzungskonzept Klima Modell Region Mürzzuschlag.  
[http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/umsetzungskonzept\\_muerzzuschlag.pdf](http://www.klimaundenergiemodellregionen.at/images/doku/umsetzungskonzept_muerzzuschlag.pdf)
- Schwingshackl, M. (2009) Simulation von elektrischen Fahrzeugkonzepten für PKW - Verbesserungspotential der Elektromobilität bei Verbrauch und Emissionen im Lebenszyklus. Diplomarbeit, TU Graz.
- Wegener Zentrum, TU Graz, Joanneum Research (2010) Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010, Teil 3: Mobilität. Studie im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, Mai 2010.



Wolkinger, B., K. Steininger, A. Damm, S. Schleicher, A. Türk, W. Grossmann, F. Tatzber and D. Steiner (2012) Implementing Europe's climate targets at the regional level, *Climate Policy* 12, S.1 - 23.

# Appendix

## Appendix A: Die KEM Regionen im Überblick

| Bundesland       | Modellregion                                 | Umsetzungskonzept |
|------------------|--|-------------------|
| Burgenland       | Das ökoEnergieLand (Bez. Güssing)            | verfügbar         |
| Kärnten          | Region Feldkirchen/Umgebung                  | verfügbar         |
| Kärnten          | Region Lieser- und Maltatal                  | nicht verfügbar   |
| Kärnten          | Region Spittal/Drau                          | nicht verfügbar   |
| Kärnten          | Region Südkärnten                            | verfügbar         |
| Niederösterreich | Klima- und EnergieModellregion um Hollabrunn | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Modellregion Badener Energiekur              | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Amstetten Nord                        | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Amstetten Süd                         | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region ASTEG                                 | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Bucklige Welt - Wechselland           | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Ebreichsdorf                          | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Energieautarkie Perchtoldsdorf        | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Energiebezirk Scheibbs                | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Hardegg-Thayatal                      | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Kampseen                              | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Lainsitztal und Umgebung              | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Mostviertel Mitte                     | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region NÖ Süd                                | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Römerland Carnuntum                   | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Wagram                                | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Waldviertel Nord (Nordlicht)          | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Waldviertler Kernland                 | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Waldviertler Wohlviertel              | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Wasserkraft Unteres Traisental        | nicht verfügbar   |
| Niederösterreich | Region Zukunftsraum Thayaland                | verfügbar         |
| Niederösterreich | Region Zwettler Reize                        | nicht verfügbar   |
| Oberösterreich   | Energiesparregion Wels Land                  | verfügbar         |
| Oberösterreich   | Region Donau-Böhmerwald                      | verfügbar         |
| Oberösterreich   | Region Eferding                              | verfügbar         |
| Oberösterreich   | Region Energiequelle Nationalpark Kalkalpen  | nicht verfügbar   |
| Oberösterreich   | Region Freistadt                             | verfügbar         |
| Oberösterreich   | Region HansBergLand                          | nicht verfügbar   |
| Oberösterreich   | Region Hausruck Nord                         | nicht verfügbar   |
| Oberösterreich   | Region Hausruckwald-Vöcklatal                | nicht verfügbar   |
| Oberösterreich   | Region Innviertel Hausruck                   | verfügbar         |
| Oberösterreich   | Region Pramtal                               | nicht verfügbar   |

|                |  |                 |
|----------------|--|-----------------|
| Oberösterreich | Region Pyhrn-Priel                           | verfügbar       |
| Oberösterreich | Region Sauwald/Oberes Donautal               | nicht verfügbar |
| Oberösterreich | Region Strudengau                            | nicht verfügbar |
| Oberösterreich | Region Traunstein                            | nicht verfügbar |
| Oberösterreich | Region Traunviertler Alpenvorland            | verfügbar       |
| Oberösterreich | Region uwe (Urfahr West)                     | nicht verfügbar |
| Oberösterreich | Region Vöckla-Ager                           | verfügbar       |
| Salzburg       | Region Raurisertal                           | verfügbar       |
| Salzburg       | Region Salzburger Seenland                   | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region Aktive Alternativregion Südsteiermark | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region am Grimming                           | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region EnergieIMPuls Vorau                   | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region Hartberg                              | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Kulmland                              | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Lipizzanerheimat                      | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Netzwerk Südost Gemeindeverbund       | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region Ökoregion Kaindorf                    | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Schilcherland                         | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region Schladming                            | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Steirisches Vulkanland                | verfügbar       |
| Steiermark     | Region Thal - GU-West                        | nicht verfügbar |
| Steiermark     | Region Zirbenland                            | verfügbar       |
| Steiermark     | Region: Zukunftsenergien für Mürzzuschlag    | verfügbar       |
| Steiermark     | Verein Schöcklland                           | nicht verfügbar |
| Tirol          | Region Landeck                               | verfügbar       |
| Tirol          | Region Osttirol                              | verfügbar       |
| Vorarlberg     | Region Biosphärenpark Großes Walsertal       | nicht verfügbar |
| Vorarlberg     | Region Lech Warth                            | verfügbar       |
| Vorarlberg     | Region Vorderwald                            | verfügbar       |

Quelle: Eigene Darstellung.

## Appendix B: Die Case Study Maßnahmen im Überblick

### Burgenland - KEM Güssing

| Maßnahmen / Ziele  | Einsparung bis 2020   |
|--|---|
| <b>Mobilität</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umstieg auf Bioenergie bei Fahrzeugen (ÖV, Taxi)</li> <li>• Ökotourismus</li> <li>• Nachhaltige Antriebssysteme</li> <li>• Park and Ride</li> <li>• Fahrgemeinschaften</li> <li>• Biogas für den MIV</li> <li>• Bedarfsorientiertes ÖV Angebot (Busse, Anrufsammeltaxi)</li> <li>• Biogas</li> <li>• Biodiesel</li> <li>• E-Mobilität</li> <li>• Biomethan-Tankstellen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5% der Fahrten bei Anstieg der Treibstoffpreise</li> <li>• Gesamte Reduktion: 6.054 MWh Treibstoff (10% des Gesamtverbrauchs)</li> </ul> |
| <b>Gebäude</b>   |   |
| <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neukauf effizienter Geräte</li> <li>• Verhaltensänderungen</li> <li>• Reduktion von Standby-Verlusten</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einsparung Elektrizität gesamt: 15%</i></li> </ul>   |
| <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Sanierung von Wohngebäuden (Dach, Wände, Böden, Türen, Fenster)</li> <li>• Effiziente Heizungsanlagen</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einsparung Wärme: 13%</i></li> </ul>  |
| <b>Energiebereitstellung</b>   |   |
| <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von PV, Verstromung von Biomasse (gasförmig)</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>  |
| <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von Biomasse</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>   |
| <p><b>Teilbereich Mobilität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugung von synthetischem Erdgas (BioSNG)</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Mobilität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>   |

Quelle: Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie Güssing GmbH (2011).

## Kärnten - KEM Südkärnten

| Maßnahmen / Ziele   | Effekte bis 2020   |
|---|--|
| <b>Mobilität</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20% - 30% aller Berufspendler (einschl. berufliche Ausbildung) nutzen Fahrgemeinschaften / Werksbusse / ÖV</li> <li>• 25%- 50% aller Wege der Wohnbevölkerung im Umkreis bis 3 km vom Nahversorgungszentrum werden zu Fuß oder mit dem (E-)Fahrrad zurückgelegt</li> <li>• Radwegenetz Planung Bleiburg</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5% der Fahrten bei Anstieg der Treibstoffpreise</li> <li>• Gesamte Reduktion: 6.054 MWh Treibstoff (10% des Gesamtverbrauchs)</li> </ul>  |
| <b>Gebäude</b>  |  |
| <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromsparmaßnahmen</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung des Elektrizitätsbedarfs von Haushalten um 10% - 15%</li> <li>• Senkung des Elektrizitätsbedarfs von Öffentlichen Gebäuden um 10% - 15%</li> </ul>   |
| <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Sanierung</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung des Wärmebedarfs von Haushalten um 12% - 21%</li> <li>• Senkung des Heizwärmebedarfs öffentlicher Gebäude um 18% - 34%</li> </ul>   |
| <b>Energiebereitstellung</b>  |  |
| <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von PV und Biomasse</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>   |
| <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von Biomasse, Solarthermie (für Warmwasser)</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60% - 100% aller Öl- und Stromheizungen von Haushalten und Öffentlichen Gebäuden durch Erneuerbare ersetzt</li> <li>• 30% - 40% des Warmwasserbedarfs der Haushalte durch Solarthermie gedeckt</li> </ul> |
| <p><b>Teilbereich Mobilität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktion von Agrotreibstoff</li> </ul>   | <p><b>Teilbereich Mobilität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potential wurde nicht ausgewiesen, da die Rohstoffe nur teilweise aus der Region stammen</li> </ul>   |

Quelle: Unglaub et al. (2011).

## Niederösterreich – Waldviertler Wohlviertel

| Maßnahmen / Ziele   | Effekte bis 2030  |
|---|---|
| <b>Mobilität</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenkungsmaßnahmen (Parkraum - Bevorteilung Kfz mit E-Antrieb oder Biotreibstoff, Einschränkungen für Kfz auf Basis Erdöl und Erdgas, Energiemonitoring und Fahrberatung als Bedingung für kommunale Förderung)</li> <li>• Verhaltensänderung (Energiemonitoring, Nutzerschulung und Bewusstseinsbildung)</li> <li>• Wartung und Service (Reinigung, Einstellung, Reparatur bei Fahrzeugen)</li> <li>• Verbesserung der Fahrzeuge (Umstellung auf E-Motor, Umstieg auf Bereifung mit geringerem Rollwiderstand)</li> <li>• Neuanschaffung von Fahrzeugen und Infrastrukturangebot (Neukauf Kfz für E-Antrieb oder für regionalen Biotreibstoff, Betankungsmöglichkeiten für Kfz mit E-Antrieb und Biotreibstoff)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenkungsmaßnahmen: 1%</li> <li>• Verhaltensänderung: 7%</li> <li>• Wartung und Service: 2%</li> <li>• Verbesserung der Fahrzeuge: 1%</li> <li>• Neubeschaffung von Fahrzeugen: 35%</li> <li>• <i>Einsparung Mobilität gesamt: 46%</i></li> </ul>   |
| <b>Gebäude</b>  |   |
| <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivationsmaßnahmen (Fachbetriebe verkaufen nur noch hocheffiziente E-Geräte, Belohnung von Stromsparmaßnahmen durch abgestuften Strompreis, Reduktion Beleuchtungsintensität im öffentlichen Raum)</li> <li>• Verhaltensänderung (Nutzerschulung und Bewusstseinsbildung, Energiemonitoring)</li> <li>• Wartung und Service (Reinigung, Einstellung, Reparatur bei Geräten und Anlagen)</li> <li>• Verbesserung der Objekte (Umbau, Ergänzung, Neuordnung von Geräten und Anlagen)</li> <li>• Neuanschaffung von Geräten und Anlagen (Neukauf effizienter Geräte oder Anlagen bzw. Systemumstieg)</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Elektrizität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenkungsmaßnahmen: 7%</li> <li>• Verhaltensänderung: 10%</li> <li>• Wartung und Service: 1%</li> <li>• Verbesserung der Objekte: 2%</li> <li>• Neubeschaffung von Geräten und Anlagen: 14%</li> <li>• <i>Einsparung Elektrizität gesamt: 34%</i></li> </ul> |
| <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivationsmaßnahmen (Empfehlung und Unterstützung für Niedrigenergiebauten)</li> <li>• Verhaltensänderung (Nutzerschulung und Bewusstseinsbildung, Energiemonitoring)</li> </ul>  | <p><b>Teilbereich Wärme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenkungsmaßnahmen: 1%</li> <li>• Verhaltensänderung: 3%</li> <li>• Wartung und Service: 1%</li> <li>• Verbesserung der Objekte: 24%</li> </ul>   |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wartung und Service (Reinigung, Einstellung, Reparatur bei Geräten und Anlagen )</li> <li>• Verbesserung der Objekte (Gebäudesanierung, Verbesserung von Geräten und Anlagen)</li> <li>• Neuanschaffung von Geräten, Anlagen und Gebäuden (Gebäude - Neubau Optimierung, Neukauf effizienter Anlagen für Heizung und Warmwasser)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neubeschaffung von Geräten, Anlagen und Gebäuden: 9%</li> <li>• <i>Einsparung Wärme gesamt: 38%</i></li> </ul>                  |
| <b>Energiebereitstellung</b>   |  |
| <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von PV, Windkraft, Wasserkraft, Verstromung von Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)</li> </ul>   | <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV: 20%</li> <li>• Windkraft: 66%</li> <li>• Wasserkraft: 4%</li> <li>• Biomasse: 9%</li> </ul> |
| <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von Solarwärme (für Warmwasser), Erdwärme, Abwärme, Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)</li> </ul>  | <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solarthermie: 5%</li> <li>• Erdwärme: 7%</li> <li>• Abwärme: 4%</li> <li>• Biomasse: 83%</li> </ul>    |
| <b>Teilbereich Mobilität</b>   | <b>Teilbereich Mobilität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotreibstoffe: 15%</li> </ul>   |

Quelle: Energieagentur der Regionen et al. (2011).



## Oberösterreich - KEM Eferding

| Maßnahmen / Ziele  | Effekte bis 2020  |
|--|---|
| <b>Mobilität</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritsparendes Fahrverhalten (Z.B. Spritspartrainings für PKW, LKW und auch Traktoren; Hauszustellung durch Nahversorger)</li> <li>• Elektromobilität ausbauen (Netzwerk von Stromtankstellen für Elektroautos und Elektrofahräder aufbauen; Stromtankstellen mit PV betreiben)</li> <li>• Ausweitung des Einsatzes von Elektro-Fahrrädern</li> <li>• Fahrgemeinschaften fördern (Fahrgemeinschaften organisieren, Pendlerparkplätze ausbauen, privates Busunternehmen bietet Pendlerfahrten an)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12% des Energieverbrauchs für Mobilität</li> </ul>                                       |
| <b>Gebäude</b>   |   |
| <b>Maßnahmen / Ziele</b>   | <b>Einsparung bis 2020</b>  |
| <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffiziente Geräte und Beleuchtung</li> <li>• Verbessertes Nutzungsverhalten</li> </ul>   | <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 36% Einsparung bei Elektronik und Beleuchtung</li> </ul> |
| <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Sanierung von 2/3 der Wohngebäude, die älter als 25 Jahre sind</li> </ul>   | <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 19% Einsparung bei Wohngebäuden</li> </ul>                      |
| <b>Energiebereitstellung</b>   |   |
| <b>Maßnahmen / Ziele</b>   | <b>Anteil am Energiemix 2030</b>  |
| <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von PV, Wasserkraft, Verstromung von Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)</li> </ul>  | <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>                               |
| <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierung von Solarwärme (für Warmwasser), Erdwärme, Biomasse (fest, flüssig, gasförmig)</li> </ul>   | <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht angegeben</li> </ul>                                      |
| <b>Teilbereich Mobilität</b>   | <b>Teilbereich Mobilität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotreibstoffe: 16%</li> </ul>                              |

Quelle: Kreinecker, S. und H. Pözlberger (2011)

## Steiermark - KEM Mürzzuschlag

| Maßnahmen / Ziele  | Effekte bis 2020   |
|--|--|
| <b>Mobilität</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromobilität (Zweit-Auto)</li> <li>• Reduktion PKW Kilometer</li> <li>• Verstärkter Einsatz Fahrrad</li> <li>• Verstärkte Nutzung öffentlicher Verkehr</li> <li>• Alternative Treibstoffe/Antriebe (Elektro, Biogas, Erdgas)</li> <li>• Spritsparende Fahrzeuge</li> <li>• Spritsparen beim Fahren</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsparung von 42% des Energiebedarfs der Haushalte für den Bereich Mobilität</li> </ul>  |
| <b>Gebäude</b>   |  |
| <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffiziente Geräte</li> <li>• Energieeffiziente Beleuchtung</li> </ul>  | <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einsparung Elektrizität gesamt: 2%</i></li> </ul>  |
| <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Sanierung</li> <li>• Heizkesseltausch</li> </ul>  | <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einsparung Wärme gesamt: 25%</i></li> </ul>   |
| <b>Energiebereitstellung</b>   |  |
| <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierter Einsatz von Windkraft und PV</li> </ul>  | <b>Teilbereich Elektrizität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Windpark (+ 20 GWh)</li> <li>• 1.400 PV-Anlagen à 5 kWp (+ 7 GWh)</li> </ul>                        |
| <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcierter Einsatz von Biomasse und Solarthermie</li> </ul>  | <b>Teilbereich Wärme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• + 14,9 GWh Biomasse (substituiert Ölheizungen)</li> <li>• 800 thermische Solaranlagen (+ 1,7 GWh)</li> </ul> |
| <b>Teilbereich Mobilität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anhebung des energetischen Biotreibstoffanteils auf 10% bis 2014</li> </ul>  | <b>Teilbereich Mobilität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anhebung auf 10% bis 2014 (+5,1 GWh)</li> </ul>  |

Quelle: Klima Modell Region Mürzzuschlag (2011).

## Appendix C: Veränderungen der Energieflüsse im Jahr 2020

Veränderung des Endenergieverbrauchs für Mobilität nach Energieträger und Bundesland im Jahr 2020 im Vergleich zu 2010

|   | BL            | KT          | NÖ            | OÖ            | SB            | ST            | TI            | VO          |
|---|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| <b>in TJ</b>  |               |             |               |               |               |               |               |             |
| Öl  | -1.238        | -375        | -9.350        | -4.226        | -1.078        | -2.989        | -1.515        | -698        |
| Erneuerbare   | -61           | -18         | -457          | -208          | -58           | 1.447         | -80           | -37         |
| Elektrizität  |               | 14          | 747           |               | 82            | 226           | 112           | 55          |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-1.298</b> | <b>-380</b> | <b>-9.060</b> | <b>-4.434</b> | <b>-1.054</b> | <b>-1.316</b> | <b>-1.483</b> | <b>-680</b> |
| <b>in % der im Verkehr (MIV und ÖV) eingesetzten Energieträger 2010</b> |               |             |               |               |               |               |               |             |
| Öl  | -4,4          | -9,1        | -6,8          | -3,3          | -2,4          | -2,7          | -2,4          | -2,4        |
| Erneuerbare   | -4,3          | -8,9        | -6,5          | -3,2          | -2,5          | 25,3          | -2,5          | -2,5        |
| Elektrizität  |               | 1,5         | 19,9          |               | 10,2          | 18,4          | 10,8          | 13,8        |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-4,3</b>   | <b>-9,0</b> | <b>-6,1</b>   | <b>-3,3</b>   | <b>-2,2</b>   | <b>-1,1</b>   | <b>-2,2</b>   | <b>-2,2</b> |

Quelle: Hausberger (2010), Käfer et al. (2009), Herry und Sammer (1999), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2008) sowie die jeweiligen KFZ-Statistiken der Bundesländer.

Veränderung des Endenergieverbrauchs der Wohngebäude nach Maßnahme und Bundesland im Jahr 2020 im Vergleich zu 2010

|  | BL            | KT            | NÖ            | OÖ            | SB          | ST            | TI          | VO          |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>                           |               |               |               |               |             |               |             |             |
| Sanierung                              | -1.191        | -1.049        | -152          | -3.184        | -82         | -5.253        | -93         | -47         |
| Heizungstausch                         | -71           | -246          | -4.543        | -816          | -32         | -46           | -47         | -23         |
| Elektrizität                           | -496          | -756          | -2.545        | -660          | -130        | -250          | -132        | -73         |
| <b>Gesamt</b>                          | <b>-1.757</b> | <b>-2.051</b> | <b>-7.239</b> | <b>-4.660</b> | <b>-244</b> | <b>-5.550</b> | <b>-272</b> | <b>-143</b> |
| <b>in % des EEV der Haushalte 2010</b> |               |               |               |               |             |               |             |             |
| Sanierung                              | -10,4         | -5,2          | -0,2          | -6,4          | -0,5        | -12,1         | -0,4        | -0,4        |
| Heizungstausch                         | -0,6          | -1,2          | -7,1          | -1,6          | -0,2        | -0,1          | -0,2        | -0,2        |
| Elektrizität                           | -4,3          | -3,8          | -4,0          | -1,3          | -0,7        | -0,6          | -0,6        | -0,6        |
| <b>Gesamt</b>                          | <b>-15,3</b>  | <b>-10,2</b>  | <b>-11,3</b>  | <b>-9,3</b>   | <b>-1,4</b> | <b>-12,8</b>  | <b>-1,2</b> | <b>-1,2</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

### Veränderung des Endenergieverbrauchs der Wohngebäude nach Energieträger und Bundesland im Jahr 2020 im Vergleich zu 2010

|   | BL            | KT            | NÖ            | OÖ            | SB          | ST            | TI          | VO          |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| <b>in TJ</b>  |               |               |               |               |             |               |             |             |
| Kohle   | -37           | -40           | -764          | -547          | -14         | -328          | -13         | -2          |
| Öl  | -580          | -2.383        | -5.414        | -4.406        | -296        | -2.540        | -468        | -245        |
| Gas   | -259          | -36           | -5.618        | -506          | -6          | -362          | -4          | -5          |
| Erneuerbare   | -277          | 1.847         | 9.800         | 1.807         | 260         | -1.447        | 397         | 197         |
| Elektrizität  | -586          | -1.392        | -5.185        | -765          | -182        | -522          | -182        | -87         |
| Fernwärme   | -19           | -48           | -57           | -243          | -7          | -352          | -2          | -1          |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-1.757</b> | <b>-2.051</b> | <b>-7.239</b> | <b>-4.660</b> | <b>-244</b> | <b>-5.550</b> | <b>-272</b> | <b>-143</b> |
| <b>in % der in den Haushalten eingesetzten Energieträger 2010</b> |               |               |               |               |             |               |             |             |
| Kohle   | -83,9         | -31,8         | -98,1         | -86,2         | -24,2       | -61,0         | -16,9       | -51,8       |
| Öl  | -28,6         | -42,4         | -53,6         | -42,6         | -6,1        | -23,7         | -5,7        | -5,9        |
| Gas   | -10,8         | -5,9          | -31,2         | -7,2          | -0,4        | -12,8         | -0,3        | -0,4        |
| Erneuerbare   | -6,4          | 24,5          | 48,4          | 11,0          | 5,1         | -9,7          | 5,8         | 7,0         |
| Elektrizität  | -25,0         | -30,6         | -43,7         | -7,8          | -4,1        | -5,4          | -3,5        | -3,0        |
| Fernwärme   | -6,0          | -3,0          | -1,9          | -4,3          | -0,3        | -7,6          | -0,2        | -0,1        |
| <b>Gesamt</b>   | <b>-15,3</b>  | <b>-10,2</b>  | <b>-11,3</b>  | <b>-9,3</b>   | <b>-1,4</b> | <b>-12,8</b>  | <b>-1,2</b> | <b>-1,2</b> |

Quelle: Statistik Austria (2004a, 2012a), Kletzan-Slamanig et al. (2008), Köppl et al. (2011); eigene Berechnungen.

### Veränderung des Transformationseinsatzes nach Energieträger und Bundesland im Jahr 2020 im Vergleich zu 2010

|   | BL           | KT           | NÖ             | OÖ          | SB         | ST            | TI           | VO         |
|---|--------------|--------------|----------------|-------------|------------|---------------|--------------|------------|
| <b>in TJ</b>                                    |              |              |                |             |            |               |              |            |
| Kohle   |              |              | -26.192        | -3.045      |            | -3.311        |              |            |
| Öl  |              |              |                |             |            |               |              |            |
| Gas   |              |              | -795           | -2.880      |            |               |              |            |
| Wind  | 2.422        |              | 10.116         | 1.146       | 173        | 1.774         | 139          | 48         |
| PV  | 132          | 98           | 611            | 369         | 39         | 426           | 60           | 16         |
| Hydro   |              |              | 137            | 206         | 481        |               | 859          | 344        |
| Biomasse  | 1.221        | 1.191        | 3.726          | 3.343       | 275        |               | 450          |            |
| <b>Gesamt</b>                                   | <b>3.775</b> | <b>1.288</b> | <b>-12.396</b> | <b>-861</b> | <b>969</b> | <b>-1.111</b> | <b>1.508</b> | <b>408</b> |
| <b>in % der 2010 eingesetzten Energieträger</b> |              |              |                |             |            |               |              |            |
| Kohle   |              |              | -98,6          | -87,0       |            | -26,9         |              |            |
| Öl  |              |              |                |             |            |               |              |            |
| Gas   |              |              | -3,7           | -9,1        |            |               |              |            |
| Wind  | 89,8         |              | 241,9          | 885,1       | *)         | 471,1         | *)           | *)         |
| PV  | 1.815,0      | 598,5        | 426,6          | 580,6       | 395,2      | 1.503,1       | 791,8        | 45,3       |
| Hydro   |              |              | 0,5            | 0,6         | 4,0        |               | 3,8          | 3,6        |
| Biomasse  | 28,3         | 13,1         | 17,2           | 23,1        | 6,0        |               | 8,9          |            |
| <b>Gesamt</b>                                   | <b>49,9</b>  | <b>4,2</b>   | <b>-11,5</b>   | <b>-0,9</b> | <b>4,6</b> | <b>-2,2</b>   | <b>5,2</b>   | <b>3,6</b> |

\*) Es können keine Wachstumsraten ausgewiesen werden, weil Energieträger momentan noch nicht eingesetzt wird

Quelle: Statistik Austria (2012b), ÖROK (2009), Stanzer et al. (2010), Köppl et al. (2011), Kaltschmitt und Streicher (2009); eigene Berechnungen.

## Appendix D: Energiepreise

### *Energiepreise im Bereich Mobilität 2010*

|                | Benzin | Diesel | Elektrizität |
|----------------|--------|--------|--------------|
| Preise in €/TJ | 38.390 | 31.332 | 51.000       |

Quelle: Statistik Austria (2011c), E-control.

### *Energiepreise im Bereich Gebäude 2010*

|                  | Kohle  | Heizöl | Gas    | Brennholz,<br>weich | Brennholz,<br>hart | Pellets | Fern-<br>wärme | Elektrizität |
|------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------------|---------|----------------|--------------|
| Preis in € je TJ | 14.448 | 23.528 | 17.080 | 5.827               | 8.495              | 11.691  | 15.100         | 51.000       |

Quelle: Statistik Austria (Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise, Statistische Nachrichten 3/2004, Verbraucherpreisindex), proPellets Austria (2012), E-control; eigene Berechnungen.

### *Energiepreise im Bereich Energiebereitstellung 2010*

|                  | Kohle | Gas   | Biomasse |
|------------------|-------|-------|----------|
| Preis in € je TJ | 2.389 | 7.222 | 4.556    |

Quelle: Köppl et al. (2011).