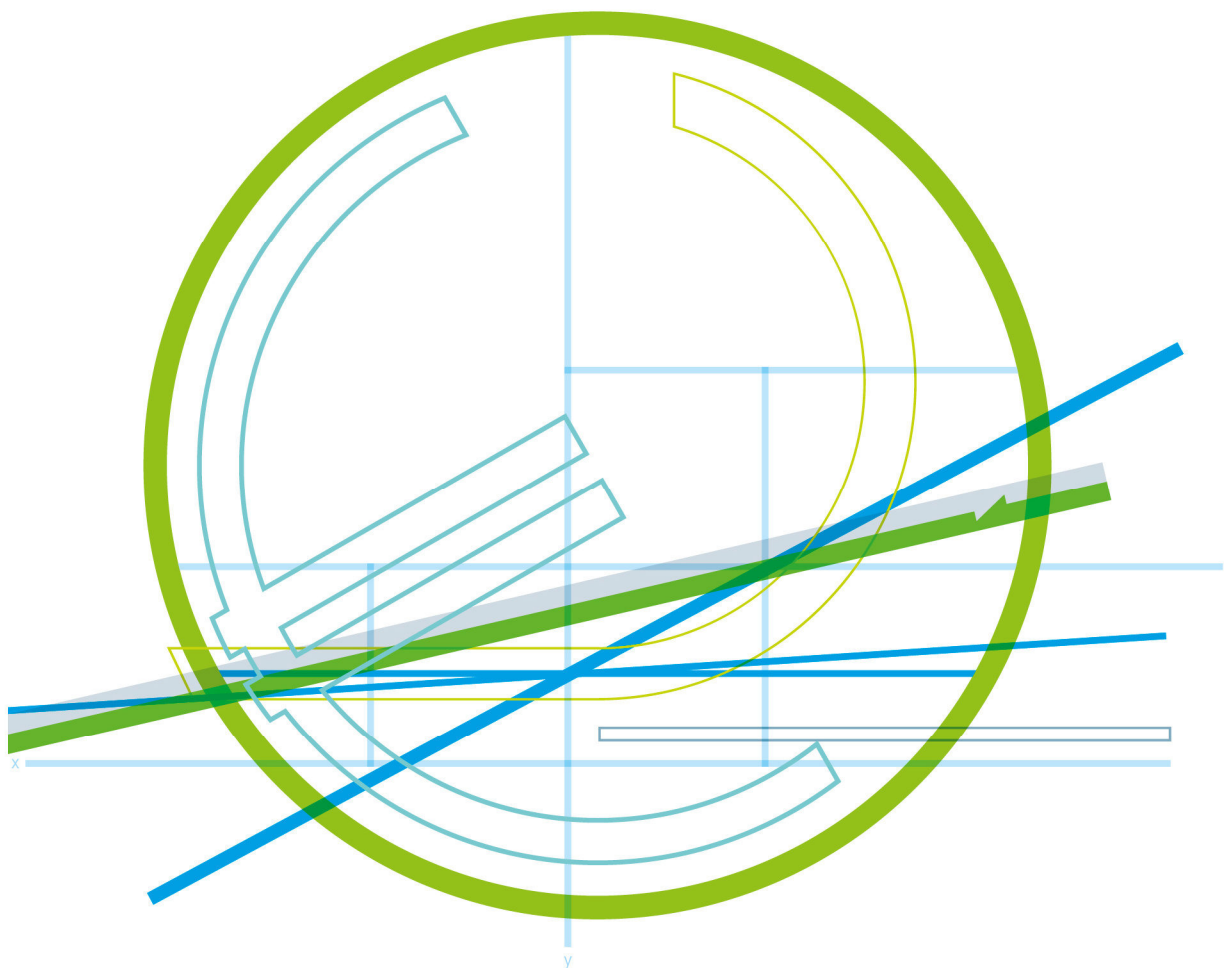


ClimReg - Bundeslandspezifische Technologieszenarien als Entscheidungsgrundlage für eine zukunftsfähige Energienutzung



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

ClimReg - Bundeslandspezifische Technologieszenarien als Entscheidungsgrundlage für eine zukunftsfähige Energienutzung

Endbericht Jänner 2012

Barbara Amon	Institut für Landtechnik, BOKU Wien
Andrea Damm	Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz
Wolf Grossmann	International Center for Climate and Society, University of Hawaii at Manoa
Richard Heimrath	Institut für Wärmetechnik, TU Graz
Stefan Hörtenhuber	Institut für ökologischen Landbau, BOKU Wien
Maximilian Lauer	Resources – Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Joanneum Research
Daniel Steiner	Resources – Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, Joanneum Research
Karl Steininger (Projektleitung)	Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz
Florian Tatzber	Institut für Wärmetechnik, TU Graz
Brigitte Wolkingner	Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz

Die Abbildungen basieren auf einem Artikel, der bei Climate Policy angenommen wurde und im Produktionsprozess ist. Trotz mehrfachen Versuchs wurde das Copyright dafür derzeit noch nicht übertragen, wir gehen davon aus, dass dies jedoch in den nächsten Wochen erfolgen wird. Erst danach sind auch die Abbildungen in der vorliegenden Form in diesem Bericht publizierbar.



Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	9
Abstract	10
1 Einleitung	11
2 Methodik	13
3 Definition regionaler Ziele	15
3.1 Klimaschutz-Basisziel für Treibhausgase	15
3.2 Ziel für erneuerbare Energie	16
3.3 Klimaschutz-Innovationsziel für Treibhausgase	16
3.4 Der Restrukturierungsbedarf	17
3.5 Zielszenarien für die Steiermark	17
3.6 Zielszenarien für Salzburg	20
4 THG Reduktions-Potenziele	24
4.1 Gebäude	24
4.1.1 Berechnung der Emissionsszenarien	28
4.1.2 Wedge Neubau	29
4.1.3 Wedge Sanierung	30
4.1.4 Heizungsswitch Biomasse	31
4.1.5 Forcierung von Solarthermie	31
4.1.6 Wedge Strombedarfsstabilisierung	32
4.1.7 Berechnung von THG-Emissionen für Kleinverbraucher	32
4.1.8 Kombination der Handlungsoptionen und gewählte Parameterwerte	33
4.1.9 Darstellung der Ergebnisse der Szenarien für Steiermark	34
4.1.10 Darstellung der Ergebnisse der Szenarien für Salzburg	35
4.1.11 Schlussfolgerungen für Gebäude	39
4.2 Verkehr	41
4.2.1 Effiziente Raumstruktur	42
4.2.2 Steigerung des ÖV Anteils	43
4.2.3 Erhöhung des Anteils des NMIV	44
4.2.4 Alternative Antriebe	45
4.2.5 Effizienzsteigerung im Güterverkehr	46
4.2.6 Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe	46
4.2.7 Alternative Treibstoffe	47
4.2.8 Kombination der Handlungsoptionen und gewählte Parameterwerte	48
4.2.9 Ergebnisse THG-Reduktionspotenziale Steiermark	50
4.2.10 Ergebnisse THG-Reduktionspotenziale Salzburg	52
4.2.11 Schlussfolgerungen für Mobilität	55
4.3 Landwirtschaft	56
4.3.1 Steiermark	56
4.3.2 Salzburg	59
4.3.3 THG-Emissionen für Salzburg ohne Minderungsmaßnahmen	61
4.3.4 Minderungsmaßnahmen zu Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Salzburg	65

4.4	Sonstige (Abfallwirtschaft).....	73
4.4.1	THG-Einsparungspotenziale für die Steiermark.....	73
4.4.2	THG Einsparungspotenziale für Salzburg.....	75
4.5	Produktion.....	77
4.5.1	Ergebnisse Steiermark.....	78
4.5.2	Ergebnisse Salzburg.....	79
4.6	Energiebereitstellung.....	81
4.6.1	Ergebnisse Steiermark.....	82
4.6.2	Ergebnisse Salzburg.....	84
4.7	Darstellung des gesamten Treibhausgas-Einsparungs-potenzials der Zielsektoren und Erreichung des THG-Ziels.....	86
4.7.1	Steiermark.....	86
4.7.2	Salzburg.....	87
5	Ziel-Erreichung Erneuerbare	89
5.1	Steiermark.....	89
5.2	Salzburg.....	92
6	Maßnahmen	99
6.1	Steiermark.....	99
6.1.1	Sektor Gebäude.....	99
6.1.2	Sektor Mobilität	100
6.1.3	Sektor Produktion.....	100
6.1.4	Sektor Energiebereitstellung	101
7	Kosten und volkswirtschaftliche Auswirkungen.....	103
7.1	Methodik	103
7.1.1	Makroökonomische Partialeffekte	103
7.1.2	Makroökonomische Gesamteffekte	105
7.2	Steiermark.....	106
7.2.1	Mobilität.....	106
7.2.2	Gebäude	107
7.2.3	Produktion.....	108
7.2.4	Energiebereitstellung.....	109
7.3	Salzburg.....	109
7.3.1	Abschätzung des Investitionsbedarfs im Bereich Gebäude	109
7.3.2	Abschätzung der Kosten im Bereich Mobilität	110
7.3.3	Abschätzung der Kosten im Bereich Produktion.....	112
7.3.4	Energiebereitstellung.....	112
8	Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick	113
9	Literaturverzeichnis	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Zielwerte Basisziel-Szenario Steiermark	18
Tabelle 3-2: Zielwerte Innovationsziel-Szenario Steiermark	18
Tabelle 3-3: Zielwerte Salzburgziel-Szenario alle Sektoren	20
Tabelle 3-4: Zielwerte Salzburgziel-Szenario für die Zielsektoren.....	21
Tabelle 3-5: Zielwerte Basisziel-Szenario Salzburg	21
Tabelle 3-6: Zielwerte Innovationsziel-Szenario Salzburg.....	22
Tabelle 4-1: Übersicht über die in den Szenarien gewählten Parameter für Gebäude in Salzburg und der Steiermark.....	29
Tabelle 4-2: Im Emissionskalkulationstool verwendete Emissionsfaktoren für Kleinverbraucher in den ausgewählten Bundesländern	33
Tabelle 4-3: Summe der THG Einsparungen im Bereich Gebäude.....	35
Tabelle 4-4: Einsparpotenziale der einzelnen Handlungsoptionen bei Gebäuden.....	35
Tabelle 4-5: Darstellung der CO ₂ e-Einsparungen im THG-Zielszenario Salzburg gegenüber Referenzszenario und Veränderung des Endenergieverbrauchs.....	36
Tabelle 4-6: Im Emissionskalkulationstool verwendete Emissionsfaktoren	42
Tabelle 4-7: Verlagerungspotenzial auf NMIV	44
Tabelle 4-8: Emissionsfaktoren bei Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe	47
Tabelle 4-9: Energetische Anteile für Biotreibstoffe am Verkauf in Österreich [%]	48
Tabelle 4-10: Parameterwerte für das Basisziel- und Innovationszielszenario in der Steiermark.....	50
Tabelle 4-11: THG-Emissionsreduktionspotenzial bei Kombination aller Wedges für das - Innovationszielszenario Steiermark (geg. Referenz)	51
Tabelle 4-12: ParameterwerteSalzburg	53
Tabelle 4-13: THG-Emissionsreduktionspotenzial bei Kombination aller Wedges für das THG-Zielszenario Salzburg (geg. Referenzszenario)	53
Tabelle 4-14: Entwicklung des steirischen Viehbestandes 1970 – 2008	57
Tabelle 4-15: Tierzahlen für Salzburg im Basisjahr 2008 und in den Prognosejahren 2020 und 2030	60
Tabelle 4-16: Milchleistungen (kg pro Kopf und Jahr) für Milch- und Mutterkühe in Salzburg im Basisjahr 2008 und für Prognosejahre 2020 und 2030	61
Tabelle 4-17: Emissionen (kg CH ₄) der Rinderhaltung der Kategorie 4.A – Enterogene Fermentation im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030.....	62
Tabelle 4-18: Emissionen (kg CH ₄) der Rinderhaltung der Kategorie 4.B – Methanemissionen (CH ₄) von Wirtschaftsdüngersystemen im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030:	62
Tabelle 4-19: Emissionen (kg N ₂ O) der Rinderhaltung der Kategorie 4.B – Lachgasemissionen (N ₂ O) von Wirtschaftsdüngersystemen im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030:.....	63

Tabelle 4-20: Zusammenfassung der Tierhaltungsemissionen im Sektor Landwirtschaft der Rinderhaltung in Salzburg (in t CO ₂ e) am Beispiel der Milchkühe und aller anderen Rinder zusammen	63
Tabelle 4-21: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N ₂ O-Emissionen aus Böden) (t CO ₂ e)	64
Tabelle 4-22: Reduktionseffekte auf Treibhausgasemissionen in Salzburg, Sektor Landwirtschaft von bestimmten einzelnen Maßnahmen relativ zum Referenzszenario	66
Tabelle 4-23: Anteile der Jahreszeit im Auslauf (%)	66
Tabelle 4-24: Anteile der Jahreszeit auf der Weide (%)	67
Tabelle 4-25: Trends zu Flüssigmist-Freilaufsystemen nach Auswertungen der TIHALO-Umfrage und Experteneinschätzungen	67
Tabelle 4-26: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N ₂ O-Emissionen aus Böden) (t CO ₂ e)	67
Tabelle 4-27: Tierzahlen und Jahresmilchleistungen (kg) pro Kuh für die Prognosejahre 2020 und 2030	69
Tabelle 4-28: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen“ auf t CO ₂ e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen) Basis.....	69
Tabelle 4-29: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen“ auf t CO ₂ e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen) Trend Tierhaltung	70
Tabelle 4-30: Effekt des Reduktionsszenarios 2 „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO ₂ e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)	70
Tabelle 4-31: Effekt des Reduktionsszenarios 2 „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO ₂ e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)	70
Tabelle 4-32: Vergleich der THG Ziele mit den Zielwerten in den unterschiedlichen Szenarien	87
Tabelle 4-33: Vergleich der THG Reduktionen mit den Zielwerten Salzburg	88
Tabelle 4-34: THG Reduktionen gegenüber 2005 je Sektor	88
Tabelle 5-1: Anstieg der Erneuerbaren in der Steiermark bis 2020 [PJ]	91
Tabelle 5-2: Potenzial erneuerbarer Energieträger in der Steiermark bis 2020 [PJ]	91
Tabelle 5-3: Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergiebedarf in Salzburg	92
Tabelle 5-4: Szenario THG-Ziel: Wirkung auf das Ziel Erneuerbare für 2020	95
Tabelle 5-5: Szenario THG-Ziel: Wirkung auf das Ziel Erneuerbare für 2030	95
Tabelle 5-6: Potenziale an erneuerbaren Energien in Salzburg (in TJ)	97
Tabelle 6-1: Maßnahmenbündel Gebäude	99
Tabelle 6-2: Maßnahmenbündel im Bereich Mobilität	100

Tabelle 7-1: Makroökonomische Partialeffekte des Bereichs Mobilität im Zeitraum 2010 bis 2030	106
Tabelle 7-2: Makroökonomische Netto-Gesamteffekte	107
Tabelle 7-3: Gesamteffekte des Bereichs Gebäude im Zeitraum 2010 bis 2030	107
Tabelle 7-4: Makroökonomische Netto-Gesamt-Effekte Gebäude	108
Tabelle 7-5: Makroökonomische Netto-Gesamteffekte im Sektor Produktion	109
Tabelle 7-6: Investitionsbedarf und Energiekosteneinsparung zur Erreichung des Einsparziels bei Wohngebäuden	109
Tabelle 7-7: Investitionsbedarf und Energiekosteneinsparung zur Erreichung des Einsparziels bei Wohn- und Nichtwohngebäuden	110
Tabelle 7-8: Zusätzlicher Investitionsbedarf und Veränderung der Betriebskosten sowie Aufwendungen gegenüber Referenzszenario	112

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Aufteilung des EU-Ziels für Treibhausgasemissionen	11
Abbildung 2-1: ClimReg Methodik	14
Abbildung 3-1: Basisziel-Szenario für Zielsektoren Steiermark	18
Abbildung 3-2: Innovationsziel-Szenario für Zielsektoren Steiermark	19
Abbildung 3-3: Restrukturierungsbedarf für die Zielerreichung	19
Abbildung 3-4: Salzburgziel-Szenario (alle Sektoren)	20
Abbildung 3-5: Salzburgziel-Szenario für Zielsektoren	21
Abbildung 3-6: Basisziel-Szenario für Salzburg	22
Abbildung 3-7: Innovationsziel-Szenario für Salzburg	22
Abbildung 3-8: Restrukturierungsbedarf für die Zielerreichung in Salzburg (Zielsektoren)	23
Abbildung 4-1: Wirkungsdiagramm der Einflussparameter auf THG-Emissionen im Gebäudebereich	25
Abbildung 4-2: Nettowohnnutzflächen nach Wohngebäudetypen und Bauperioden, Steiermark	26
Abbildung 4-3: Nettowohnnutzflächen nach Wohngebäudetypen und Bauperioden, Salzburg	26
Abbildung 4-4: Spezifischer Heizenergiebedarf [kWh/m²a] nach Gebäudetypen und Bauperioden in Österreich	27
Abbildung 4-5: Methodische Reihung der Handlungsoptionen bei Gebäuden	33
Abbildung 4-6: THG-Einsparpotenziale im Bereich Gebäude	34
Abbildung 4-7: Einsparungspotenziale Gebäude (Wohn- und Nicht-Wohngebäude) bis 2030	37
Abbildung 4-8: CO ₂ e - Einsparung nach Anwendung der Wedges bei Wohngebäuden bis 2050	37
Abbildung 4-9: Energiebedarfsentwicklung Wohngebäude im Salzburgszenario bis 2030	38
Abbildung 4-10: THG-Einsparung durch die Anwendung der Wedges bei Gebäuden (Wohn- und Nichtwohngebäude) gegenüber Referenzszenario (exkl. Strom und Fernwärme)	39
Abbildung 4-11: Abfolge der Kombination der Handlungsoptionen	48
Abbildung 4-12: THG-Emissionsreduktionspotenziale im Zeitverlauf Steiermark	51
Abbildung 4-13: THG-Emissionsreduktionspotenziale gegenüber dem Referenzszenario 2020 und 2030	52
Abbildung 4-14: THG-Emissionsreduktionspotenzial gegenüber dem Referenzszenario 2020 und 2030	54
Abbildung 4-15: THG-Emissionsreduktionspotenziale im Zeitverlauf Salzburg	55
Abbildung 4-16: THG-Emissionen der steirischen Landwirtschaft 2000 - 2007 [kt CO ₂ e]	57
Abbildung 4-17: Spezifisches Referenzszenario Landwirtschaft (Steiermark)	58
Abbildung 4-18: Treibhausgasreduktionsszenario für die Steiermark im Bereich Landwirtschaft	59

Abbildung 4-19: Tierhaltungsemissionen im Sektor Landwirtschaft – Rinderhaltung in Salzburg (in t CO ₂ -Äquivalenten).....	64
Abbildung 4-20: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N ₂ O-Emissionen aus Böden) (t CO ₂ e)	65
Abbildung 4-21: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO ₂ -eq der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)	71
Abbildung 4-22: Vergleichende Darstellung der THG-Emissionen des Basisjahr 2008 mit zwei Szenarien für die Prognosejahre 2020 und 2030.....	72
Abbildung 4-23: Treibhausgasreduktionsszenario im Bereich Sonstige (insbes. Abfall) für 2020 und 2030 im Vergleich zum Ausgangsniveau 2005	75
Abbildung 4-24: THG Emissionen des Sektors Sonstige	75
Abbildung 4-25: Referenzpfad für das Bundesland Steiermark.....	78
Abbildung 4-26: Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen im Sektor Produktion in der Steiermark.....	79
Abbildung 4-27: Referenzpfad für das Bundesland Salzburg.....	80
Abbildung 4-28: Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen im Sektor Produktion in Salzburg	81
Abbildung 4-29: Entwicklungen der Treibhausgasemissionen des Sektors Energiebereitstellung in der Steiermark.....	82
Abbildung 4-30: Umwandlungseinsatz zur öffentlichen und unternehmensinternen Bereitstellung von Strom und Fernwärme in der Steiermark	83
Abbildung 4-31: Entwicklungen der Treibhausgasemissionen des Sektors Energiebereitstellung in Salzburg	84
Abbildung 4-32: Umwandlungseinsatz zur öffentlichen Bereitstellung von Strom und Fernwärme in Salzburg	85
Abbildung 4-33: Reduktionspotenzial der Zielsektoren und Zielerreichung (Steiermark).....	86
Abbildung 4-34: Veränderung des Energieträgermixes (Steiermark)	87
Abbildung 4-35: Reduktionspotenzial der Zielsektoren (Salzburg).....	88
Abbildung 5-1: Änderung der Endenergiebereitstellung in der Steiermark für die Sektoren Mobilität, Gebäude und Produktion im Jahr 2020 im Vergleich zu 2007 (eigene Berechnungen)	90
Abbildung 5-2: Änderung des Energiebedarfs in Salzburgziel-Szenario für 2020 und 2030 gegenüber 2009	93
Abbildung 5-3: Bruttoendenergieverbrauch des THG-Zielszenarios Salzburg	94
Abbildung 5-4: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch (Annahme für 2030: 3/4 des Ausbaupotenzials an Wasserkraft, Windkraft und PV wird realisiert)	96
Abbildung 7-1: Modellstruktur MULTIREG.....	104

Kurzfassung

Die EU 2020 Energie- und Klimaziele (Erhöhung der Energieeffizienz, Erhöhung des Anteils Erneuerbarer und Senkung der Treibhausgasemissionen) bis 2020, sowie eine mittelfristige Fortschreibung derselben bis 2030, in deren jeweiliger Umsetzung für Österreich standen im Zentrum des Projekts. Das Projekt entwickelte für die regionale (Bundesland-) Ebene konkretisierte Handlungsoptionen und Werkzeuge, auf deren Grundlage politische Entscheidungen für die notwendige tiefgreifende Restrukturierung des Energiesystems getroffen werden können. Die im Rahmen des Projekts ClimReg entwickelte Methodik stellt allen Akteuren und Entscheidungsträgern auf regionaler Ebene eine Entscheidungsgrundlage und ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe die Region ihren Beitrag zur Erreichung der EU 2020 Ziele quantifizieren und analysieren kann, wie sie einen nachhaltigen „low carbon“ Pfad mit einer Zeitperspektive bis 2020/2030 einschlagen kann. Die Methodik konzentriert sich auf den Nicht-ETS Bereich (ETS = Emission Trading System), da Regionen bzw. Bundesländer dabei die größten Gesetzgebungskompetenzen haben. Für den Nicht-ETS Bereich wurden Handlungsoptionen und die dazugehörigen Einsparungen in Energie und THG-Emissionen entwickelt. Zentral für die umfassende Wirkung war für den gesamten Prozess die intensive Einbindung der Stakeholder, die einen Austausch zwischen Wissenschaft, Landesverwaltung und anderen regionalen Entscheidungsträgern erlaubt.

Methodischer Ansatz war die Back-Casting Methode, also der Weg vom Zielzustand her die notwendigen technologisch zu erreichenden Zwischenschritte zu definieren, um diesen zu erreichen. Die ausgewählten Technologien wurden zu – für das Gesamtenergiesystem konsistenten – Szenarien zusammengefasst und die Erreichung der THG- und Erneuerbaren Ziele bis 2020/2030 überprüft. Neben der Änderung der Emissionen und dem Energiebedarf wurden auch Wertschöpfungseffekte quantifiziert, die durch einzelne Technologien und Szenarien ausgelöst werden.

Ein weiteres innovatives Element war der Fokus auf die Bundeslandebene, galt es doch, eine breit akzeptierte Methode des Herunterbrechens von bundesweiten Energie- und Klimazielen auf die Bundeslandebene zu entwickeln, sowie die Verantwortlichkeiten für deren jeweilige Erreichung zwischen diesen Ebenen Bund/Bundesland zu klären, und auch in diesem Kontext insbesondere für die Bundeslandebene die dort verfügbaren Instrumente zu identifizieren.

Die Methodik wurde für die Bundesländer Steiermark und Salzburg angewandt, und damit gleichzeitig die Übertragbarkeit auf andere Bundesländer überprüft.

Abstract

The energy and climate 2020 objectives of the European Union (increasing energy efficiency and the share of renewables, reduction of greenhouse gas emissions) by the year 2020, and a medium-term extrapolation of them by 2030, were at the core of this proposed project, in particular in their respective implementation for Austria. The project develops specific options and tools on the basis of which the political decisions at the regional scale for the necessary fundamental restructuring of the energy system can be taken.

The project provides a method for policy makers and stakeholders on the regional level which enables them to assess how the EU 20-20-20 targets may be met, and to envision a long-term perspective (up to 2030) for a low carbon society at the regional level.

The project aimed to identify those technologies – out of the range of possible ones in the key areas buildings, production, mobility and energy supply – and the thus related renewable resource base, which allows for achievement of the EU 2020 objectives. Constraints and barriers for each of these technologies were identified as is how the latter can be overcome. Methodologically the backcasting approach has been used, i.e. starting from the target state aimed to achieve, identifying the necessary technological steps to be achieved as a necessary condition. Technologies selected are combined to scenarios for a consistent overall energy system. Changes in GHG emissions, energy demand as well as macro-economic effects of technologies within the scenarios were quantified.

The method concentrates on the Non-ETS sectors since it is here that regional legislative powers exert the most leverage. Administration of the ETS sector remains at the EU level.

In selecting technologies and evaluating them as well as scenarios the strong involvement of stakeholders was both necessary and planned.

A further innovative element was the focus on the regional level. A broadly accepted method of breaking down federal energy and climate objectives to the provincial level needed to be developed, but also the responsibilities for their achievement needed to be clarified between these two administrative levels (federal/provincial). In the latter context also the actually available instruments at the provincial level have been identified and considered.

The method has been applied on two exemplary provinces, Steiermark and Salzburg, to ensure that it is transferable to every other province

1 Einleitung

Um die Wahrscheinlichkeit für gefährliche und irreversible Klimafolgen möglichst gering zu halten, soll die globale Durchschnittstemperatur auf nicht mehr als 2° Celsius relativ zum vorindustriellen Niveau steigen (Europäisches Parlament und Rat, 2009). Entsprechend Meinshausen et al. (2009) impliziert dies, dass die globalen Treibhausgasemissionen (THG) bis 2050 um zumindest 70% relativ zum Niveau 1990 reduziert werden müssen. Eine derartige Reduktion bedarf rascher Handlungen und verbindlicher Vereinbarungen. In ihrem 'Climate and Energy Package' (Europäische Kommission, 2008a) hat sich die EU auf einen verbindlichen Emissionsreduktionspfad festgelegt. Der europäische Ansatz ist zweigeteilt und kombiniert einerseits das EU-weite Emissionshandelssystem (European Union Emission Trading System, EU ETS) für große Emissionsquellen (in den Sektoren Produktion und Energiebereitstellung), das der Verwaltung und der Kontrolle auf EU-Ebene unterliegt, und andererseits ein verbindliches Ziel für den Nicht-ETS Bereich (Gebäude, Verkehr, Land-, Forst- und Abfallwirtschaft) das im Zuge der "effort sharing decision" auf die einzelnen Mitgliedsstaaten aufgeteilt wurde. Für die Einhaltung und Verwaltung im Nicht-ETS Bereich sind die Staaten selbst zuständig. Das Gesamtziel der EU ist eine 20%ige Reduktion der THG-Emissionen bis 2020 relativ zu 1990 (Europäisches Parlament und Rat, 2009). Für den ETS Bereich bedeutet dies eine Reduktion von 21% und für den Nicht-ETS Bereich von -10% relativ zu 2005. Das auf Österreich heruntergebrochene Ziel im Nicht-ETS Bereich ist -16% relativ zu 2005.

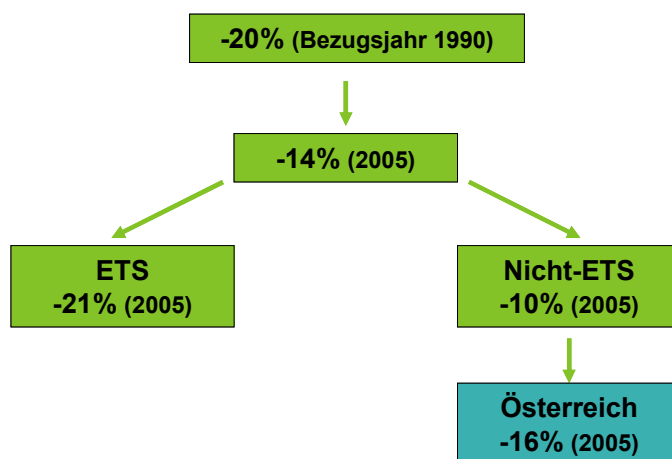


Abbildung 1-1: Aufteilung des EU-Ziels für Treibhausgasemissionen

Quelle: Europäische Kommission (2008a), EU Energie- und Klimapaket

Für den Nicht-ETS Bereich gibt es in Österreich bislang keine Aufteilung dieses Ziels auf die einzelnen Bundesländer. Marsden and Rye (2010) argumentieren, dass ein Reduktionsziel auf regionaler Ebene die Bereitschaft, auch auf dieser Ebene Verantwortung zu übernehmen, erleichtert. Zudem haben in den Nicht-ETS Sektoren die Bundesländer eine Vielzahl von Kompetenzen für die Einführung von THG-mindernden Handlungsoptionen

(siehe z.B. Galarraga et al., 2011). Eine Abstimmung zwischen Vermeidungsaktivitäten, die auf der nationalen Ebene vorgenommen werden, und jenen auf regionaler Ebene ist zentral für den Erfolg der Klimapolitik (Puppim de Oliveira, 2009).

Fragestellungen, die im Rahmen des Projekts ClimReg untersucht wurden, sind: Wie können die nationalen Ziele erreicht werden? Welche Verantwortung übernehmen die Bundesländer? Welche Handlungsoptionen zur Erreichung der Ziele stehen den Bundesländern in den einzelnen Sektoren zur Verfügung und welche ökonomischen Effekte sind damit verbunden?

Das Grundlagenforschungsprojekt ClimReg wurde innerhalb des Programms "NEUE ENERGIEN 2020" gefördert, das initiiert wurde, um den notwendigen und einschneidenden Veränderungen zu begegnen, vor denen unser Energiesystem in Anbetracht des global stark ansteigenden Energiebedarfs, der Klimaproblematik und der zunehmenden Risiken bezüglich einer sicheren Energieversorgung steht. Das Themenfeld, in das ClimReg eingebettet ist, lautet „Entscheidungsgrundlagen für die österreichische Klima- und Energiepolitik“.

ClimReg ist ein wesentlicher Beitrag zu diesem Themenfeld, da im Rahmen des Projekts eine Methodik entwickelt wurde, wie die nationalen Ziele sowohl für THG Emissionen als auch das Ziel für Erneuerbare auf die regionale Ebene heruntergebrochen werden können. In einem Backcasting Ansatz wird ausgehend von diesen Zielen untersucht, welche Technologieoptionen und damit verbundenen Einsparungspotenziale in den einzelnen Sektoren zur Verfügung stehen, um die Ziele zu erreichen. Aus einer Reihe von möglichen Zukunftspfaden, die auch durch die Spezifikation von Parametern zur Bestimmung konkreter Handlungsoptionen bestimmt werden, wurden jene ausgewählt, die sich aus den, jeden Projektschritt begleitenden, Stakeholder Workshops als konsensfähig und politisch durchsetzbar herauskristallisiert haben.

Die schrittweise Vorgehensweise der für dieses Projekt entwickelten Methodik, wird in Abschnitt 2 beschrieben und bestimmt die Kapitelstruktur dieses Berichts mit. Die Methodik wurde für das Beispielsbundesland Steiermark entwickelt, während der Projektphase ergab sich durch die Unterstützung des Landes Salzburg die Option, die Übertragbarkeit der Methode auf ein anderes Bundesland zu erproben. Im folgenden Bericht wird nun in den einzelnen Projektschritten und damit auch Kapiteln zunächst die allgemeine Vorgangsweise dargestellt und die jeweiligen Ergebnisse sowohl für die Steiermark als auch für Salzburg gezeigt.

2 Methodik

Die im Projekt ClimReg entwickelte Methodik sieht fünf Schritte vor, in denen jeweils Stakeholder eingebunden werden können.

Für das Beispielbundesland Steiermark wurden alle Schritte entwickelt und durchgeführt, für Salzburg wurden zur Überprüfung der Übertragung der Methodik auf weitere Bundesländer die Schritte 1, 2 und teilweise Schritt 3 angewandt.

Im Schritt 1 erfolgt eine Bestandsaufnahme der Ausgangssituation der THG-Emissionen der Bundesländer wie sie aus der Bundesländer-Luftschadstoffinventur verfügbar ist. Die daraus erhältlichen Kennzahlen je Sektor und THG sowie die Zielvorgaben auf EU- und nationaler Ebene sind der Ausgangspunkt zur Definition eines Zielpfades der Emissionen bis 2020 und 2030 für das Basisziel-Szenario und das Innovationszielszenario bzw. ein salzburgspezifisches Szenario. Auf Basis der Energiebilanzen des Bundeslandes werden die Kennzahlen für das auf das Bundesland umgelegte Erneuerbare Ziel berechnet. Ein Vergleich der Zielpfade mit einem Referenz-Szenario, das ausschließlich vergangene Entwicklungen fortschreibt, signalisiert die Tragweite der notwendigen Änderungen.

Im Schritt 2 wird für jeden Sektor ein THG-Emissionskalkulations-Tool entwickelt. Wesentliche Input-Parameter sind etwa Energiestandards des Gebäudebestands, bestimmt durch gegenwärtige und zukünftige Sanierungsraten, Personenkilometer pro Person oder der Modal Split im Verkehr. Eine spezifische anfängliche Parameterspezifikation für den Zeitverlauf bestimmt einen zukünftigen (Referenz)pfad für die THG-Emissionen und die Energienachfrage. Die Variation dieser Parameter mit dem Ziel die THG-Emissionen zu reduzieren ergibt eine quantifizierte THG-Emissionseinsparung aus der Differenz zwischen der Referenz und dem Einsparungsszenario. Diese wird als „Wedge“ bezeichnet. Der „Wedge“-Ansatz basierend auf Pacala und Socolow (2004) wurde auf nationaler Ebene in Köppl et al. (2011) angewandt und findet in dieser Arbeit eine Erweiterung durch die Einbindung von Stakeholdern in den Projektablauf, wie auch durch das Herunterbrechen auf die Bundeslandebene.

Die Parameterwerte, die letztlich die Größe des Wedges und damit die THG-Emissionseinsparung festlegen, werden im Rahmen des Stakeholderprozesses bestimmt. Die nach den Einsparungen verbleibenden THG-Emissionen werden über alle Sektoren addiert und mit den regionalen Emissionszielen verglichen. Wenn die Einsparungen zu gering sind, müssen die Parameterwerte in den sektoralen Tools revidiert werden.

Im Schritt 3 werden die Wedge Parameter mittels relevanter Maßnahmen konkretisiert. Im Bereich Verkehr wird etwa der angestrebte Anteil an öffentlichem Verkehr (Wedge ÖV) mittels eines Maßnahmenbündels konkretisiert, das z.B. Infrastrukturausbauten oder Veränderung von Fahrplänen, etc. vorsieht. Obwohl der tatsächliche Einsparungseffekt jeder einzelnen Maßnahme meist im Voraus nicht völlig robust ermittelt werden kann (es sind

weitere Rahmenbedingungen mitentscheidend, die noch nicht alle bekannt sind), so dienen die Parameterwerte und damit die Höhe der angestrebten Einsparung als Indikator, um in weiterer Folge durch “trial and error” die Einsparungspolitik anzupassen. Nur auf der Ebene der Politikmaßnahmen können auch Investitions- und Betriebskosten erhoben werden, die für die Analyse der makroökonomischen Effekte herangezogen werden. Der Input der Stakeholder in diesem Prozessschritt ist die Bestimmung des Maßnahmenmixes.

Im Schritt 4 werden die Maßnahmenpakete weiter in einen detaillierten Umsetzungsplan übersetzt und den regionalen Entscheidungsträgern vorgelegt. Schritt 5 sieht nach der Annahme einer regionalen Klimaschutzstrategie dessen Monitoring zur laufenden Anpassung der Politikmaßnahmen vor. Die Schritte werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert, wobei zunächst die allgemeine Vorgangsweise je Schritt diskutiert und dann die Ergebnisse für die Bundesländer Steiermark und Salzburg dargestellt werden.

Kapitel 3 geht auf das Herunterbrechen der Emissionsziele der EU und Österreichs auf die Bundesländer ein, sowie auf die Festlegung des Erneuerbaren Ziels. Kapitel 4 zeigt die Vorgangsweise für die Berechnung der Einsparungspotenziale je Zielsektor und deren Ergebnisse sowie die gesamte Zielerreichung über alle Sektoren für die Steiermark und Salzburg. Kapitel 5 geht im Speziellen auf die Zielerreichung des Erneuerbaren Ziels ein. In Kapitel 6 werden die für die Steiermark spezifizierten Maßnahmen erläutert und Kapitel 7 widmet sich der ökonomischen Bewertung.

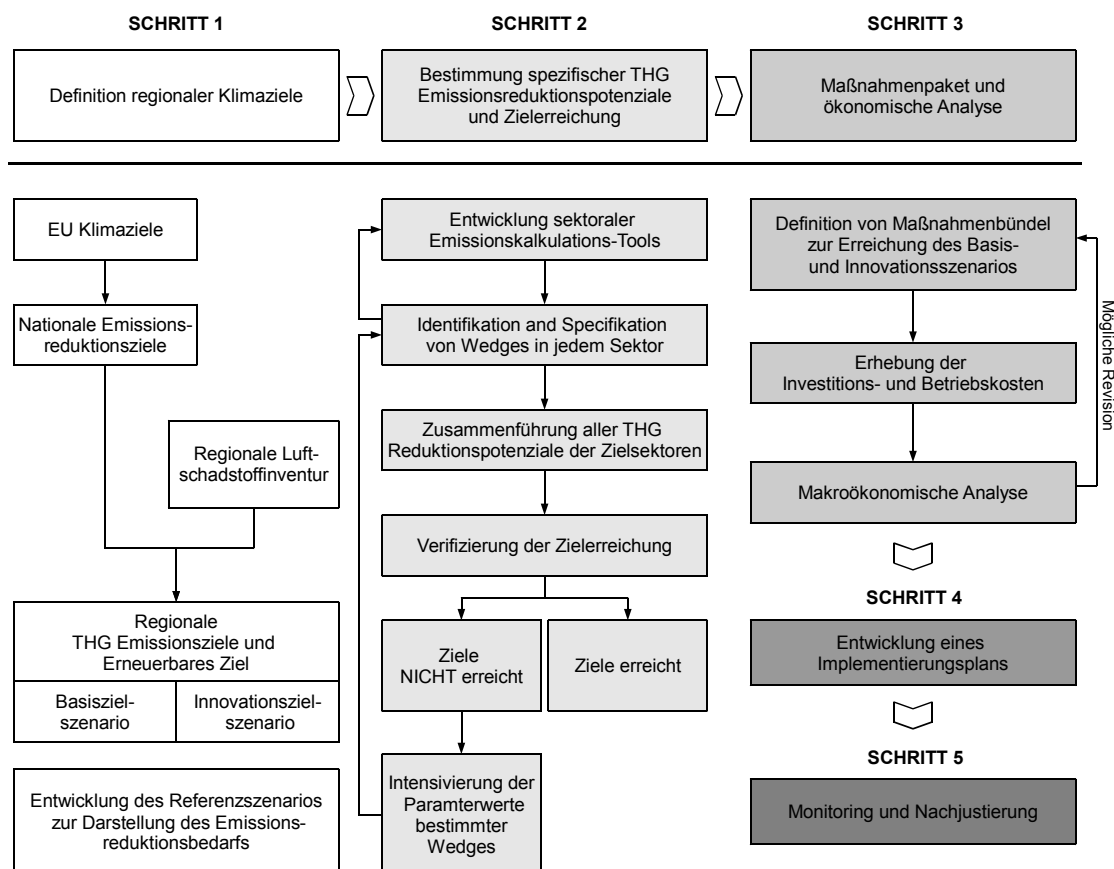


Abbildung 2-1: ClimReg Methodik

3 Definition regionaler Ziele

3.1 Klimaschutz-Basisziel für Treibhausgase

Für jenen Bereich der Wirtschaft, der dem EU ETS unterliegt (im Hinblick auf THG-Emissionen der überwiegende Teil der Produktion und Energiebereitstellung), liegt direkt keine Zielvorgabe auf der Ebene des Bundes und somit auch nicht auf der Ebene eines einzelnen Bundeslandes vor. Die Einhaltung der ETS Ziele wird auch von den EU Behörden selbst verwaltet und liegt somit außerhalb des Einflussbereichs der Bundesländer.

Im Rahmen der Entscheidung der EU zum "effort sharing" (Europäisches Parlament und Rat, 2009) wurden also nur für die Nicht-ETS Sektoren nationale Ziele definiert. Vielfach liegt jedoch die Beeinflussbarkeit für relevante Sektoren des Nicht-ETS Bereichs wie Gebäude und Verkehr auch bei regionalen Regierungen, die somit einen substantiellen Beitrag zur Erreichung der nationalen Ziele beitragen können (und aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive für eine bestmögliche Zielerreichung auch müssen).

Auf nationaler Ebene gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze für ein "Effort sharing", wie etwa das „grandfathering“ oder der „Triptych“ Ansatz, der für die Zuweisung der Reduktionserfordernisse des Kyoto Protokolls auf die einzelnen EU-Staaten angewandt wurde (Phylipsen et al. 1998). Ein Vergleich unterschiedlicher Effort Sharing Methoden von Ekholm et al. (2010) zeigt, dass viele Ansätze von kritischen Annahmen hinsichtlich zukünftiger THG-Emissionen, dem Einsparungspotenzial und dem Reduktionsbedarf abhängig sind und dass Unsicherheit hinsichtlich der teilnehmenden Parteien und zukünftiger Trends zu Bevölkerung, ökonomischer Entwicklung und Energienachfrage besteht. Diese Daten sind auf regionaler Ebene meist noch größeren Unsicherheiten unterworfen, weshalb hier ein pragmatischer Ansatz gewählt wurde, der vorsieht, dass die Bundesländer zumindest das nationale Ziel für die Reduktion der Nicht-ETS Emissionen übernehmen, sofern sie nicht selbstgewählt ambitioniertere Ziele anstreben. Zentral ist, dass sowohl nationale als auch regionale Klimapolitiken Hand in Hand gehen und sich unterstützen, wie sich am Beispiel Verkehr erläutern lässt: In den meisten europäischen Städten sind die regionalen Behörden für die Bereitstellung des öffentlichen Verkehrs verantwortlich und können diesen ausbauen um einen Umstieg auf den ÖV zu forcieren, auf nationaler Ebene kann jedoch insbesondere der Preis für den motorisierten Individualverkehr (MIV) etwa durch Treibstoffsteuern beeinflusst werden, um somit die regionalen Politiken unterstützen.

Für das regionale Basisziel Szenario bis 2020 wird somit das nationale Emissionsziel für den Nicht-ETS Bereich übernommen (d.h. -16% bis 2020 relativ zu 2005). Für das Jahr 2030 gibt es noch kein explizites EU-Ziel für die Treibhausgasemissionen, allerdings hat die EU für 2050 ein indikatives Ziel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen von 50 % gegenüber 1990 vorgesehen (Europäisches Parlament und Rat, 2009).

Bei Unterstellung eines linearen Reduktionspfades von 2020 bis 2050 ergibt sich der Zielwert für 2030.

Aus operationalen Gründen werden die Sektoren Produktion und Energiebereitstellung, die weitestgehend dem ETS unterliegen, aus der Definition der Zielvorgaben für die Bundesländer herausgenommen (die Emissionsstatistik weist auf Bundeslandebene innerhalb dieser Sektoren keine modellierbare Differenzierung nach ETS/Nicht-ETS auf). Energie-(und damit THG-)Einsparungspotenziale werden jedoch auch in diesen Sektoren berücksichtigt, tragen sie ja vor allem zur Erreichung des Erneuerbaren Ziels bei, das im folgenden Abschnitt beschrieben wird. Die für die Emissionsziele der Bundesländer entwickelten Szenarien betreffen somit die folgenden Sektoren, die in der Folge auch als Zielsektoren bezeichnet werden:

- Verkehr
- Private Haushalte, Private und Öffentliche Dienstleistungen (jeweils: insbesondere Gebäude)
- Landwirtschaft
- Sonstige (insbesondere Abfallwirtschaft)

3.2 Ziel für erneuerbare Energie

Das EU ‚20+20 in 2020‘ Paket sieht vor, dass der Anteil der erneuerbaren Energie am Endenergieverbrauch auf 20% bis 2020 erhöht wird. Entsprechend der Österreichischen Energiestrategie (BMWFJ und BMLFUW, 2010) muss Österreich seinen Anteil an erneuerbaren Energiequellen am Endenergieverbrauch von 29% im Jahr 2008 auf 34% im Jahr 2020 anheben, was einer Ausweitung von 69,6 PetaJoule (PJ) p.a. entspricht. Der hier gewählte Ansatz einer Verteilung dieser Vorgaben auf die Bundesländer sieht vor, dass ein Bundesland die Ausweitung von erneuerbarer Energie im Minimum mit jenem Ausmaß unterstützt, das dem Beitrag dieses Bundeslandes zur gesamtösterreichischen Brutto-Wertschöpfung entspricht.

Wird das Volumen der Erneuerbaren beispielsweise in Österreich um 100 PJ erhöht, dann trägt die Steiermark gemäß dieser Vorgabe zu dieser Ausweitung zumindest mit 12,5% bei, und Salzburg mit 7,2%. Für die österreichweite Ausweitung um 69,6 PJ bis 2020, trägt demgemäß die Steiermark mit einer Ausweitung der erneuerbaren Energie im Ausmaß von zumindest 8,7 PJ zu diesem österreichweiten Ziel bei, Salzburg mit 5 PJ.

Salzburg hat sich ein darüber hinausgehendes Ziel für den Anteil Erneuerbarer gesteckt: Bis 2020 soll 50 % des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden, bis 2030 65% und bis 2050 sogar 100%. Auf diese Ziele und deren Erreichung wird in Kapitel 5 näher eingegangen.

3.3 Klimaschutz-Innovationsziel für Treibhausgase

Das Ziel, die globale Durchschnittstemperatur auf einen Anstieg von nicht mehr als 2 Grad Celsius zu begrenzen (relativ zum vorindustriellen Niveau), wie von der EU vorgeschlagen (Europäisches Parlament und Rat, 2009) und bei den Klimakonferenzen in Kopenhagen, Cancun und Durban bekräftigt (UNFCCC, 2009, 2010, und 2011), würde eine Reduktion der EU Emissionen in der Größenordnung von 30% bis 2020 (relativ zu 1990) bedeuten (Guérin

et al., 2011). Dieses 2-Grad-Ziel fließt in die Formulierung des „Innovationsziel-Szenarios“ ein. Es berücksichtigt weiters das diesbezügliche EU-weite indikative langfristige Reduktionsziel bis 2050 von 80% relativ zu 1990 (Europäische Kommission, 2010). Bei Unterstellung eines linearen Verlaufs können die Werte für 2030 berechnet werden.

3.4 Der Restrukturierungsbedarf

Um ersichtlich zu machen, ob und in welcher Dimension es Anstrengungen bedarf, die mit den Basis- und Innovationsziel-Szenarien verbundenen Ziele zu erreichen, wird für das Bundesland ein Referenz-Szenario erstellt. Das Referenz-Szenario wird unter folgenden transparenten und nachvollziehbaren Annahmen erstellt:

Für die Zielsektoren werden die THG-Emissionen auf Basis der Trends der Vergangenheit bis 2020 und 2030 fortgeschrieben, wobei nur Informationen verwendet werden, die aus der Vergangenheit ableitbar sind.

Durch die Verwendung von Kalman Filtern (siehe Durbin and Koopman, 2001), mittels derer die zeitvariablen Elastizitäten zwischen ökonomischer Aktivität und Energieverbrauch geschätzt werden, ist es möglich, zukünftige Trends für Energie und Emissionen zu berechnen.

Somit enthält das Referenz-Szenario keine spezifischen Annahmen über konkrete Vorhaben der Zukunft, da diese nur in unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit umgesetzt werden.

3.5 Zielszenarien für die Steiermark

Basisziel-Szenario

Unter den getroffenen Annahmen für das Basisziel ergeben sich für die Zielsektoren in der Steiermark die in Tabelle 3-1 und Abbildung 3-1 dargestellten Zielwerte für die Jahre 2020 und 2030. Der Wert für das Jahr 2030 ergibt sich aus der Annahme eines linearen Verlaufs zwischen dem Zielwert 2020 und 2050 (-50% der THG-Emissionen relativ zu 1990).

Tabelle 3-1: Zielwerte Basisziel-Szenario Steiermark

Treibhausgase [1.000 tCO ₂ e]	1990	2005	2007	2020		2030	
				absolut	Reduktion geg. 2005	absolut	Reduktion geg. 2005
Summe Zielsektoren	6.607	6.853	6.296	5.757	-16%	4.939	-28%

Quelle: Anderl et al. (2009), eigene Berechnungen

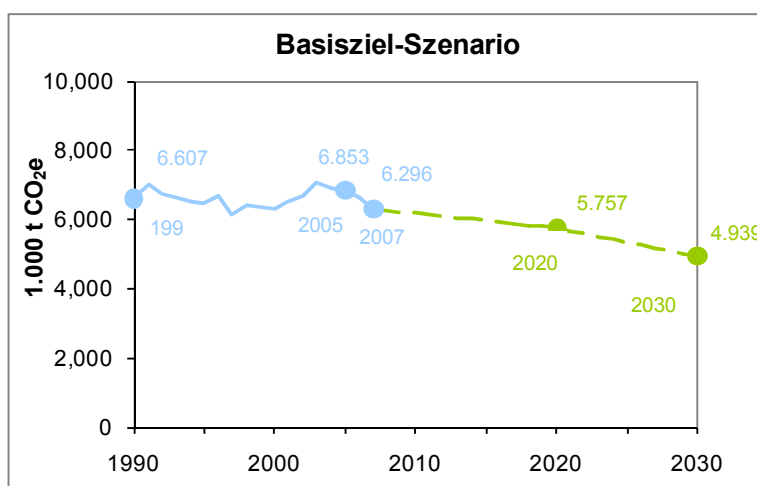


Abbildung 3-1: Basisziel-Szenario für Zielsektoren Steiermark

Quelle: Anderl et al. (2009), eigene Berechnungen

Innovationsziel-Szenario

Unter den getroffenen Annahmen und der linearen Interpolation zwischen 2020 und 2050 (-80% THG Emissionen relativ zu 1990) ergeben sich für die Zielsektoren die in Tabelle 3-2 und Abbildung 3-2 dargestellten Zielwerte für die Jahre 2020 und 2030.

Tabelle 3-2: Zielwerte Innovationsziel-Szenario Steiermark

Treibhausgase [1.000 tCO ₂ e]	1990	2005	2007	2020	Reduktion in % geg. 2005	2030	Reduktion in % geg. 2005
Summe Zielsektoren	6.607	6.853	6.296	4.625	-33%	3.524	-49%

Quelle: Anderl et al. (2009), eigene Berechnungen

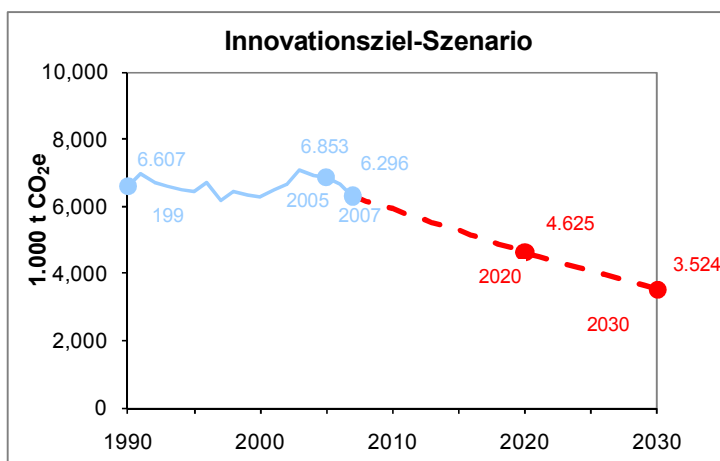


Abbildung 3-2: Innovationsziel-Szenario für Zielsektoren Steiermark

Quelle: Anderl et al. (2009), eigene Berechnungen

Restrukturierungsbedarf

Mit der erläuterten Vorsicht bei der Interpretation des Referenz-Szenarios wird sichtbar, dass sowohl das Basisziel-Szenario, noch mehr aber das Innovationsziel-Szenario beachtliche Anstrengungen für die Realisierung der Zielwerte erfordern. Die Abbildung 3-3 macht dies deutlich.

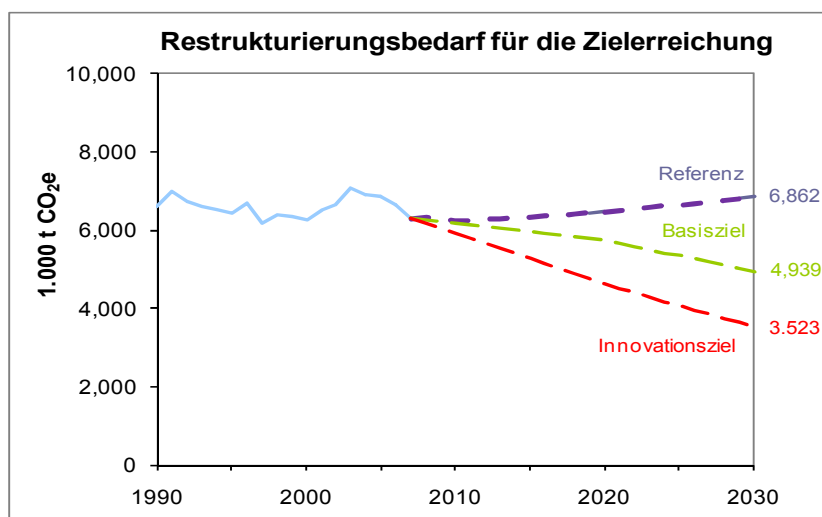


Abbildung 3-3: Restrukturierungsbedarf für die Zielerreichung

Quelle: Anderl et al. (2009), eigene Berechnungen

3.6 Zielszenarien für Salzburg

Das Bundesland Salzburg hat mit ‚Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig‘ bereits ein spezifisches Klimaziel gewählt. Dieses sieht vor, die THG-Emissionen Salzburgs

bis zum Jahr 2020 um 30%, bis 2030 um 50% und bis 2040 um 75% gegenüber 2005 zu reduzieren. Im Jahr 2050 sollen die Emissionen bilanziell gesehen um 100% reduziert werden. Dieses Ziel bezieht sich auf den ETS-Bereich sowie den Nicht-ETS Bereich. Die ClimReg Methodik sieht vor, die Ziele auf den Nicht-ETS Bereich (Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Abfall) anzuwenden, da diese (Ziel)sektoren in den Kompetenzbereich der Bundesländer fallen, während der ETS Bereich auf EU Ebene geregelt wird. Im Folgenden wird das Salzburgziel nun einerseits angewandt auf die gesamten THG Emissionen und andererseits auf die Emissionen der Zielsektoren dargestellt. Für einen Vergleich zu Letzterem werden auch die Zielwerte für ein Basiszielszenario (basierend auf den EU Zielwerten) und ein Innovationsziel-Szenario (das sich an der Erreichung des globalen ‚2 Grad Ziels‘ orientiert) bis 2030 dargestellt. Der Restrukturierungsbedarf, also die notwendigen Anstrengungen, werden durch die Gegenüberstellung des Referenzszenarios mit den Zielszenarien ersichtlich.

Salzburgziel-Szenario alle Sektoren

Tabelle 3-3: Zielwerte Salzburgziel-Szenario alle Sektoren

Treibhausgase [1.000 t CO ₂ e]	1990	2005	2008	2020		2030	
				Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005	Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005
Summe alle Sektoren	3.519	4.617	4.269	3.232	-30%	2.309	-50%

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

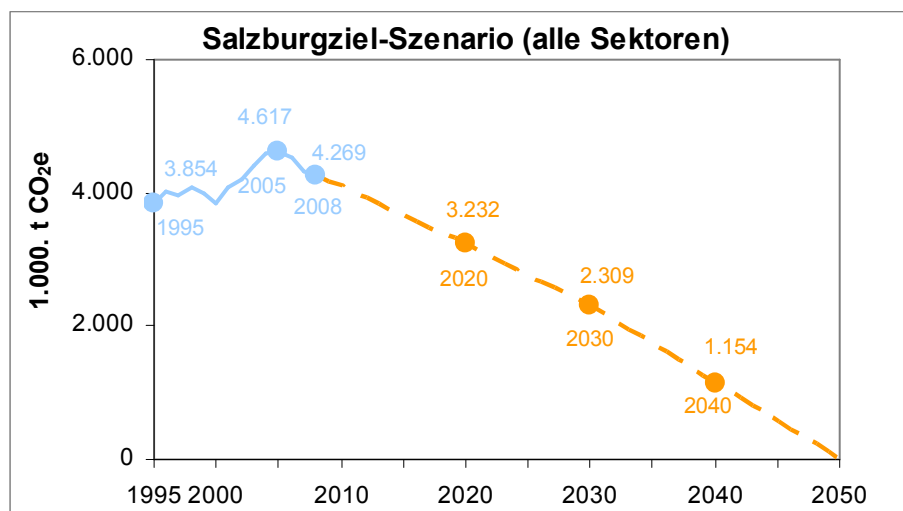


Abbildung 3-4: Salzburgziel-Szenario (alle Sektoren)

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

Salzburgziel-Szenario Zielsektoren

Tabelle 3-4: Zielwerte Salzburgziel-Szenario für die Zielsektoren

Treibhausgase [1.000 t CO ₂ e]	1990	2005	2008	2020		2030	
				Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005	Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005
Summe Zielsektoren	2.466	3.384	2.982	2.369	-30%	1.692	-50%

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

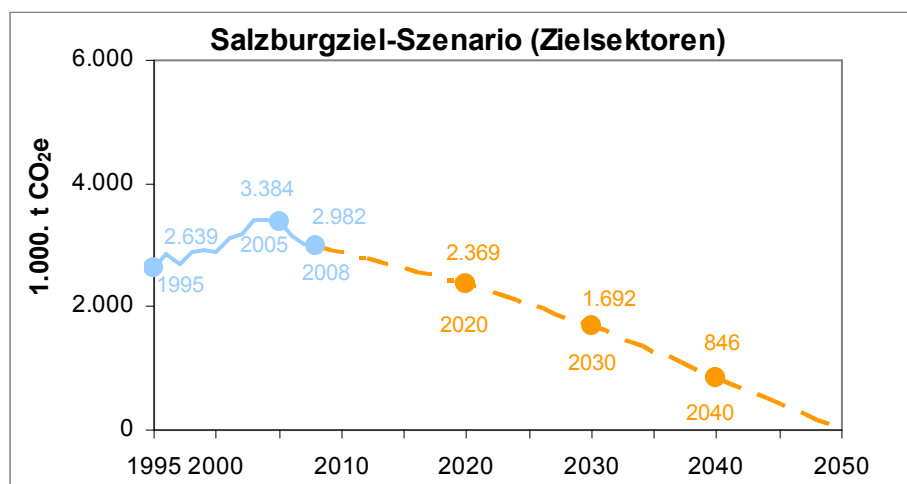


Abbildung 3-5: Salzburgziel-Szenario für Zielsektoren

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

Basisziel-Szenario

Tabelle 3-5: Zielwerte Basisziel-Szenario Salzburg

Treibhausgase [1.000 t CO ₂ e]	1990	2005	2008	2020		2030	
				Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005	Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005
Summe Zielsektoren	2.466	3.384	2.982	2.843	-16%	2.306	-32%

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

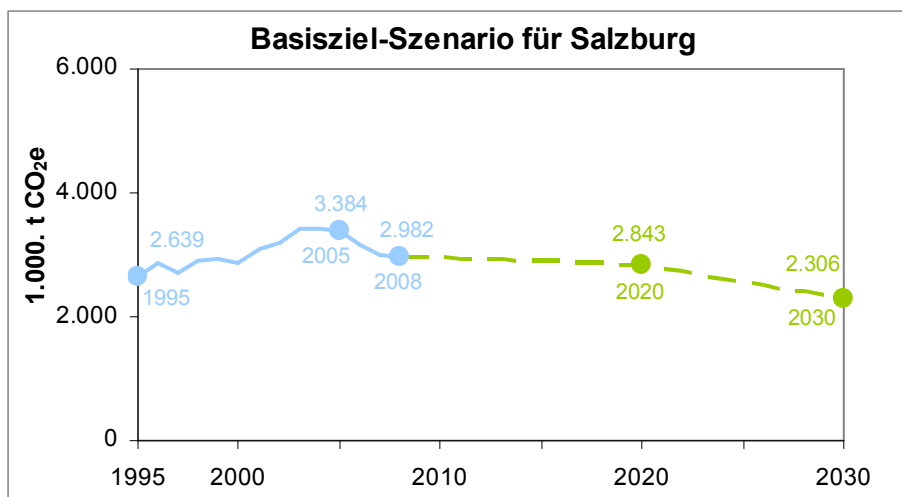


Abbildung 3-6: Basisziel-Szenario für Salzburg

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

Innovationsziel-Szenario

Tabelle 3-6: Zielwerte Innovationsziel-Szenario Salzburg

Treibhausgase [1.000 t CO ₂ e]				2020		2030	
	1990	2005	2008	Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005	Emissions- niveau	Reduktion geg. 2005
Summe Zielsektoren	2.466	3.384	2.982	1.726	-49%	1.315	-61%

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

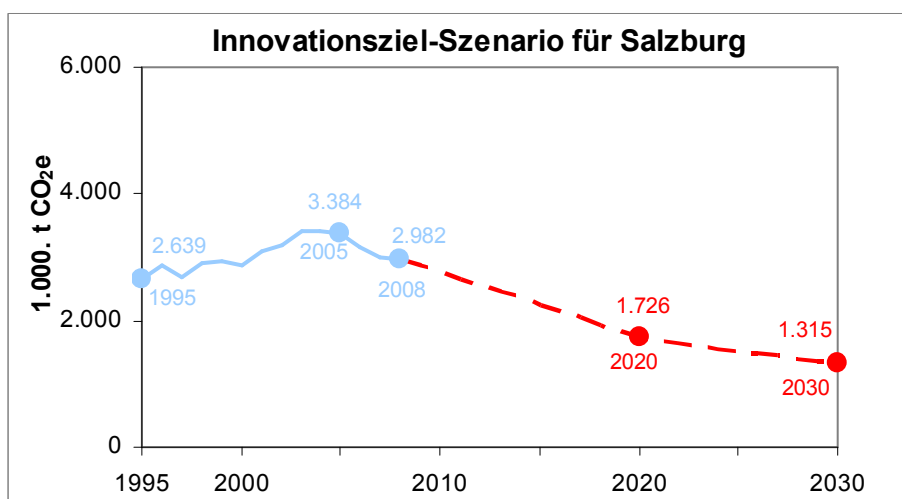


Abbildung 3-7: Innovationsziel-Szenario für Salzburg

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

Restrukturierungsbedarf

Um den Bedarf der notwendigen Anstrengungen für Salzburg zu verdeutlichen wird auch hier der Zielpfad mit dem Referenzpfad und dem Basisziel- und Innovationszielpfad verglichen (siehe Abbildung 3-8).

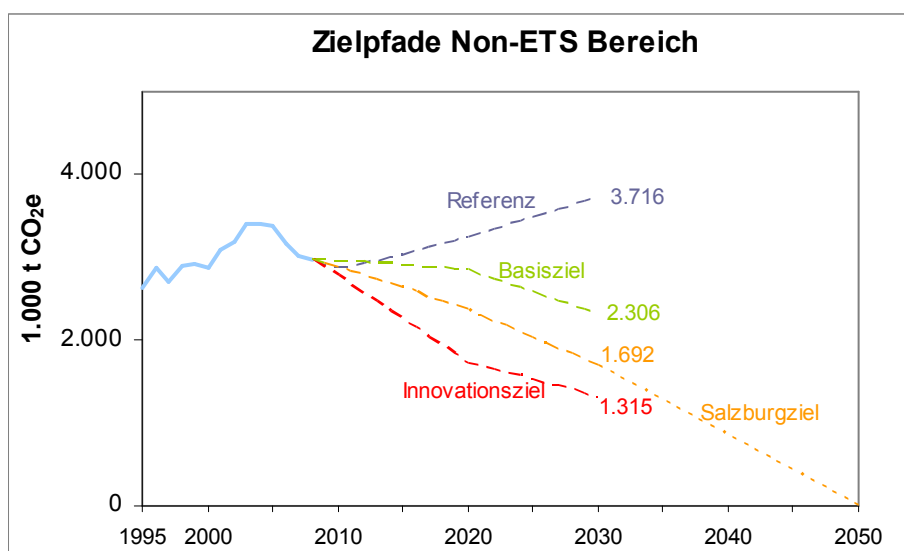


Abbildung 3-8: Restrukturierungsbedarf für die Zielerreichung in Salzburg (Zielsektoren)

Quelle: Anderl et al. (2010), eigene Berechnungen

4 THG Reduktions-Potenziale

Nach der Definition der Zielpfade für die Bundesländer werden für alle Zielsektoren Emissionskalkulations-Tools entwickelt, die basierend auf zentralen Inputparametern die gegenwärtige und zukünftige Entwicklung der Emissionen im jeweiligen Sektor nachbilden. Je nachdem wie diese Inputparameter variiert werden, entstehen relativ zu einer Ausgangseinstellung (Referenzszenario), unterschiedliche Wedges. „Wedges“ werden hier definiert als spezifische Realisationen der Parametereinstellungen mit einem dafür spezifischen Emissionseinsparungspotenzial. Zentral ist, dass Überschneidungen und gegenseitige Beeinflussungen der Wedges innerhalb der Sektoren, jedoch auch quer über alle Sektoren berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass individuell ermittelte Wedges nicht von vornherein für eine Gesamtbetrachtung addiert werden dürfen, sondern es gilt Doppelzählungen von Emissionsreduktionen zu vermeiden. Im Bereich Gebäude beispielsweise können dieselben Emissionen, die durch eine Gebäudesanierung eingespart wurden, nicht noch einmal durch einen Heizungsswitch auf Erneuerbare reduziert werden. Somit werden im Folgenden die Wedges in einer Abfolge berechnet, in der jeweils die Ergebnissituation nach Erfüllung eines Wedges für die Anwendung des nächsten Wedges zur Verfügung steht, etwa wird das Einsparungspotenzial eines Heizungsswitchs dann berechnet, wenn bereits der Endenergiebedarf nach thermischer Sanierung eines Gebäudes berechnet wurde. Das Potenzial ergibt sich folglich aus der logischen Abfolge und Kombination beider Wedges und nicht aus deren singulär einzeln ermittelten Potenzialen. Im Folgenden werden die zentralen Inputgrößen der Emissionskalkulations-Tools, sowie die Wedges je Sektor und deren Emissionsreduktionspotenziale dargestellt.

4.1 Gebäude

Einflussparameter für den Gebäudebestand und den sich daraus ergebenden Energiebedarf sowie die Treibhausgasemissionen sind einerseits die Entwicklung der Bevölkerung (Wirkung auf die THG-Emissionen des Sektors „Private Haushalte“) und andererseits die Entwicklung der Wirtschaft (Wirkung auf die THG-Emissionen des Sektors „Öffentliche und private Dienstleistungen“). Die heute sichtbaren Gebäude sind das Ergebnis eines Wechselspiels von Neubau, Abriss und Sanierung über Generationen hinweg. Berücksichtigt man das individuelle Verhalten, das Klima und die energetische Qualität der Gebäude, ergibt sich der jährliche Energiebedarf, der, je nachdem wie er bereitgestellt wird, für die gebäudespezifischen Emissionen verantwortlich ist. Die unterschiedlichen Einflussparameter sind in Abbildung 4-1 dargestellt.

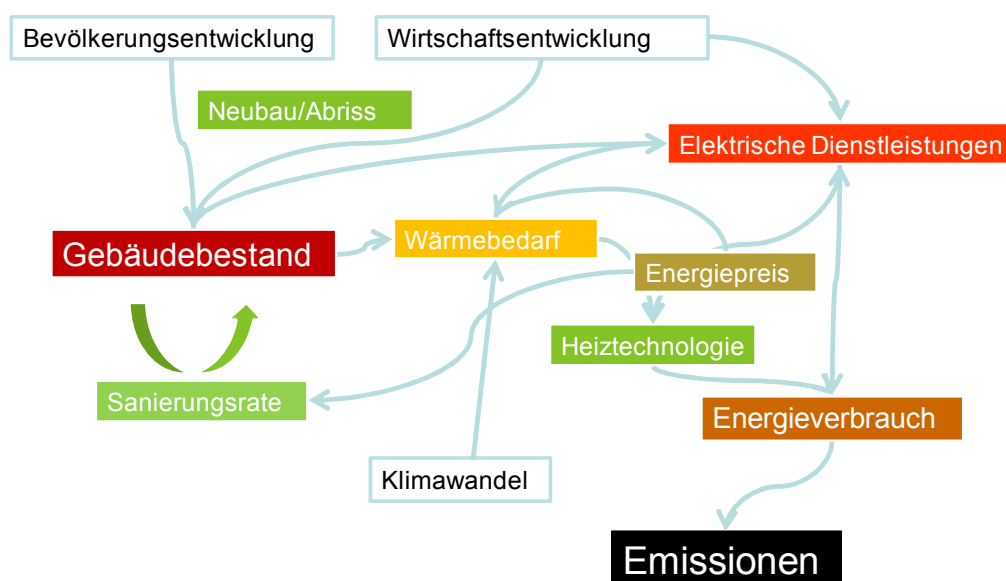


Abbildung 4-1: Wirkungsdiagramm der Einflussparameter auf THG-Emissionen im Gebäudebereich

Es zeigt sich, dass eine Vielzahl von Faktoren für die Emissionen aus dem Gebäudebestand verantwortlich ist. Für die Darstellung von Szenarien müssen die einzelnen Parameter möglichst genau definiert und die Wechselwirkungen untereinander beachtet werden.

Wohngebäude

Um den Gebäudebestand quantifizieren zu können, werden statistische Daten als Basis herangezogen. Die Daten der Grundstücks- und Wohnungszählung von 2001 (Statistik Austria, 2004) bilden die Ausgangsbasis für die Berechnungen von Referenzszenarien und der Zielszenarien. Die Wohnnutzflächen der Wohngebäude werden in Bauperiode und Gebäudetyp aufgeteilt. Abbildung 4-2 und Abbildung 4-3 zeigen die Wohnnutzflächen für Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH), und Mehrfamilienhäuser (MFH) aufgeteilt in Bauperioden für die Steiermark und für Salzburg, auf dessen Basis der Nutzenergiebedarf ermittelt wird.

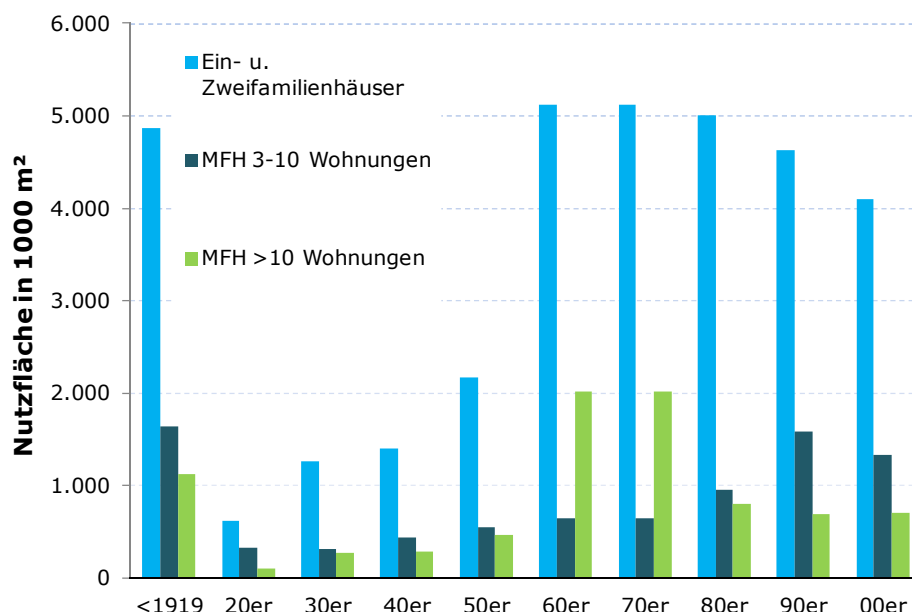


Abbildung 4-2: Nettowohnnutzflächen nach Wohngebäudetypen und Bauperioden, Steiermark

Quelle: Statistik Austria, 2004 und eigene Berechnungen (aus Wetz, 2011)

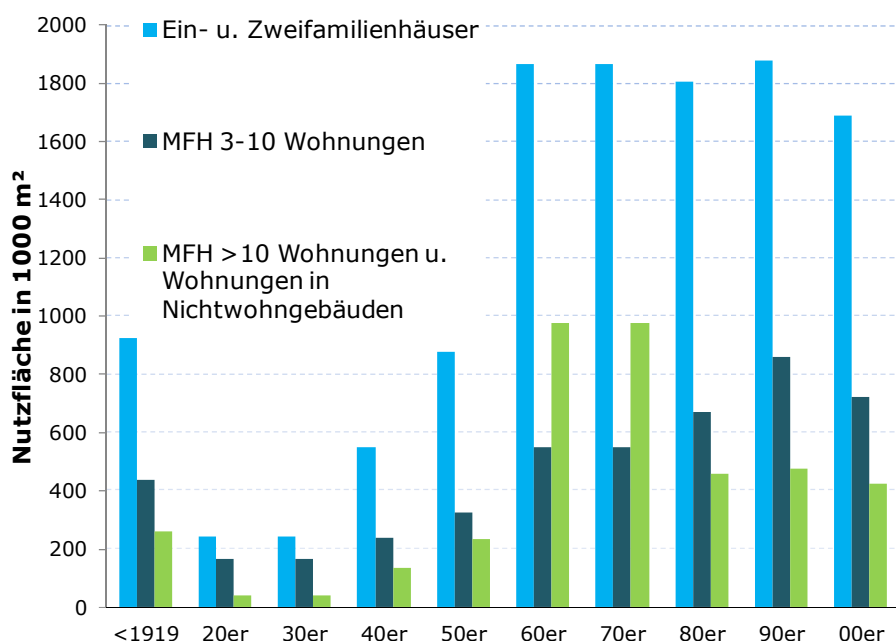


Abbildung 4-3: Nettowohnnutzflächen nach Wohngebäudetypen und Bauperioden, Salzburg

Quelle: Statistik Austria, 2004 und eigene Berechnungen (aus Wetz, 2011)

Zur Bewertung der energetischen Qualität von Wohngebäuden werden Durchschnittswerte herangezogen, die sich aus den Baustandards der jeweiligen Periode ergeben. Abbildung 4-4 zeigt den spezifischen Heizenergiebedarf nach Gebäudetypen und Bauperioden ohne die bisherige energetische Sanierung der Gebäude zu berücksichtigen.

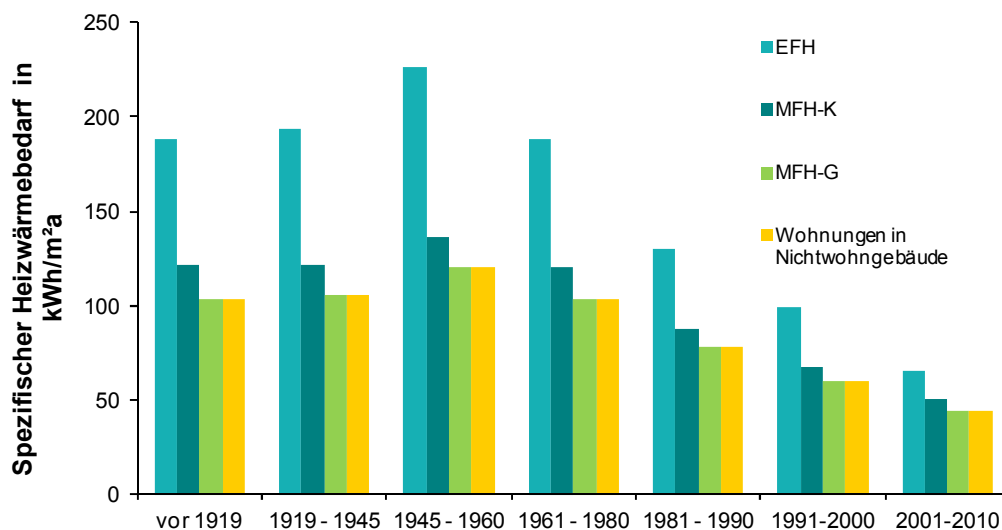


Abbildung 4-4: Spezifischer Heizenergiebedarf [kWh/m²a] nach Gebäudetypen und Bauperioden in Österreich

Quelle: Jungmeier et al.(1997)

Anmerkung: MEH-K bzw. MFH-G (Mehrfamilienhäuser klein bzw. groß)

Der spezifische Heizenergiebedarf dient zur Vergleichbarkeit der energetischen Qualität der Gebäudehülle verschiedener Gebäude. Für den Gesamtenergieverbrauch der Wohnungen werden die Energiebilanzen der Statistik Austria verwendet. Diese beinhalten im Bereich „Private Haushalte“ den Haushaltsstrombedarf, den Energiebedarf für Warmwasser und den Energiebedarf für die Wärmebereitstellung.

Um daraus ein realitätsnahes Modell mit Szenarien zu entwickeln, bedarf es einer weitestmöglichen Erhebung von zukünftigen Rahmenbedingungen, Erfahrungen, Trends und Annahmen. Diese untermauern die Entwicklung der zentralen Parameter, die nochmals mit den zuständigen Verwaltungsstellen des jeweiligen Bundeslandes abgeklärt wurden. Durch die Abweichung der Parameter im Einsparscenario von den Referenzwerten ergeben sich die Wedges mit ihren spezifischen Emissionsreduktionspotenzialen im Gebäudebereich. Die Parameterwerte sind in Tabelle 4-1 dargestellt. Zuvor wird noch auf den Bereich der Nicht-Wohngebäude eingegangen.

Nichtwohngebäude

Unter Nichtwohngebäude fallen all jene Gebäude, die nicht zum überwiegenden Teil dem Wohnzweck dienen. Für die Berechnung und Bearbeitung von Energie- und Treibhausgasszenarien von Nichtwohngebäuden wäre ein umfangreiches Datenmaterial notwendig, das es derzeit nicht gibt. Als Nichtwohngebäude werden bilanziell die Gebäude des Sektors der öffentlichen und privaten Dienstleistungen miteinbezogen, weil diese den Gebäuden und dem Energiebedarf von Haushalten eher gleichen als Produktionsbetriebe, bei denen der Raumwärmebedarf nur noch einen kleinen Teil des Gesamtenergiebedarfs ausmacht. Zudem haben Wedges im Dienstleistungssektor ähnliche Wirkungen wie im Sektor der privaten Haushalte.

Zur Einbeziehung der Nichtwohngebäude in die Szenarien wurde die spezifische Energiebilanz des Bundeslandes (Statistik Austria, 2008 und 2010b) des Sektors für öffentliche und private Dienstleistungen herangezogen. Da methodisch bei der Erstellung der Energiebilanzen keine detaillierten Datenquellen, ähnlich den Wohngebäuden, herangezogen werden können, wird der Sektor hauptsächlich durch nicht zuordenbare Energieverbräuche erhoben (Mayer, 2009).

Zur Berechnung von Szenarien werden daher Zuwächse und Reduktionen einzelner Energieträger aus den Szenarien der Wohngebäude relativ auf die Nichtwohngebäude überschrieben. So wird zum Beispiel ein 10%iger Rückgang des Ölverbrauchs, auch auf die Nichtwohngebäude umgelegt. Einsparungen oder Verbrauchsanstiege gelten anteilmäßig daher auch für Nichtwohngebäude des Sektors private und öffentliche Dienstleistungen. Die Veränderungen sind verhältnismäßig in jedem Szenario gleich.

4.1.1 Berechnung der Emissionsszenarien

Folgende Formel beschreibt die Wechselwirkung der wesentlichen Parameter, die zur Berechnung von Emissionsszenarien herangezogen werden:

$$Em_t^b = Pop_t \cdot \frac{U_{w,t}}{Pop_t} \cdot \frac{En_{w,t}}{U_{w,t}} \cdot \frac{Em_{w,t}}{En_{w,t}} + Area_t \cdot \frac{U_{h,t}}{Area_t} \cdot \frac{En_{h,t}}{U_{h,t}} \cdot \frac{Em_{h,t}}{En_{h,t}} \quad (1)$$

Em_t^b ... Treibhausgas- Emissionen Gebäude pro Jahr,

Pop_t Bevölkerung

U_w Nutzenergiebedarf für Warmwasser [kWh/a]

U_h Nutzenergiebedarf für Raumwärme [kWh/a]

$Area_t$... Nutzfläche [m²]

En_w Endenergieeinsatz zur Warmwasserbereitstellung [kWh/a]

En_h Endenergieeinsatz zur Raumwärmebereitstellung [kWh/a]

Em THG-Emissionen des Endenergieeinsatzes [kg CO₂e/a]

Durch die Variationsmöglichkeiten von unterschiedlichen Parametern werden für Gebäude gegenüber einem Referenzszenario fünf Wedges ausgewiesen.

Welche Parameter in welchem Szenario für Salzburg und die Steiermark gewählt werden, wird in Tabelle 4-1 dargestellt. Diese wurden mit Erfahrungswerten und den Ergebnissen der bundeslandspezifischen Expertenworkshops definiert und für das Referenzszenario der beiden Bundesländer und das THG-Zielszenario für die Steiermark (Basisziel und Innovationsziel) und Salzburg („Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig“) vorgegeben.

Tabelle 4-1: Übersicht über die in den Szenarien gewählten Parameter für Gebäude in Salzburg und der Steiermark

Parameter Szenario	Steiermark			Salzburg		Einheit
	Referenz	Basis	Innovation	Referenz	Salzburgziel	
Sanierungsrate						
2011-2020	1	4	4	1	3	% p.a. der Gebäude
2021-2030	1	3	3	1	3	Baujahr vor 1990
Sanierungsstandard						
Einfamilienhaus	70	70	45	70	70	kWh/m ² .a
kl. Mehrfamilienhaus	50	50	35	50	50	kWh/m ² .a
gr. Mehrfamilienhaus	45	45	30	45	45	kWh/m ² .a
Anteil Erneuerbare Heizungstausch						
Einfamilienhaus	60	60	75	53	85	%
kl. Mehrfamilienhaus	20	35	55	48	50	%
gr. Mehrfamilienhaus	10	35	55	44	50	%
Heizungstauschrate						
2011-2020	2	4	4	3	4	% p.a.
2021-2030	2	3	3	3	4	% p.a.
Steigerung der Nutzungsgrade						
Erneuerbare, Öl, Gas	0	0	0,3	0	0,3	% p.a.
Wachstum Solarthermie						
2011-2020	8	15	15	10	15	% p.a.
2021-2030	2	3	3	2	3	% p.a.
Neubau						
Zusätzliche Emissionen 2030	17	0	0	11	0	kt CO ₂
Stromverbrauchsanstieg	1	0	-1	1	-1	% p.a.

4.1.2 Wedge Neubau

Die energetische Qualität des Neubaus hat sich im Laufe der letzten drei Jahrzehnte durch Maßnahmen in der Wohnbauförderung und durch die vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) ausgearbeiteten bundesweiten „OIB-Richtlinien“, die sich in den länderspezifischen Bauordnungen wiederfinden, deutlich verbessert.

Der Trend zu immer kleineren Haushaltsgrößen (Personen/Haushalt) hält auch noch in den nächsten Jahren an. Die Neubaurate und die Bedeutung von neuen Einfamilienhäusern (EFH) in der Gesellschaft werden stetig zurückgehen. Der Trend geht eindeutig hin zu kleineren Wohnungen in guten Lagen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Neubaurate, im Vergleich zu den letzten Jahrzehnten, etwas abschwächt und dass der Trend zu größeren Wohnungen abnimmt. Der Anteil der Mietwohnungen wird sich auf Kosten der Eigentumswohnungen erhöhen. Hauptgrund dieser Entwicklung sind die steigenden Wohnkosten (vgl. Windisch, 2009; Harrer, 2009).

Die energetischen Mindestanforderungen an neue Gebäude werden aufgrund der Novellierung der EU-Gebäuderichtlinie (Richtlinie 2002/91/EG oder auch genannt EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)) weiter erhöht. Ab 2019 (öffentliche Gebäude und private Gebäude ab 2021) soll nur noch auf Niedrigstenergiehausstandard gebaut werden. Ab dann dürfen auch keine zusätzlichen THG-Emissionen durch Raumwärme- und Warmwasserbedarf verursacht werden. Länderspezifische Baurechte werden sich daran Schritt für Schritt annähern. Diese Annahme wurde bei den Zielszenarien zur Berechnung der THG-Einsparungspotenziale berücksichtigt.

Das Einsparungspotenzial errechnet sich ausgehend von den Emissionen, die durch den Neubau unter Einhaltung aller aktuellen Bauvorschriften erwartet werden. Konkret wird im Referenzszenario der Heizwärmebedarf von derzeit angenommenen durchschnittlichen 50 kWh/m².a bei EFH bzw. von 35 bzw. 30 kWh/m².a bei MFH in Zukunft beibehalten. Auch der gegenwärtige Energieträgermix im Neubau wird fortgeschrieben. In den Einsparszenarien werden durch den Neubau ab 2020 keine THG-Emissionen verursacht. Bis dahin ist davon auszugehen, dass alle Neubauten ausschließlich mit erneuerbaren Energieträgern beheizt werden. Die Ersparnis gegenüber dem spezifischen Referenzszenario stellt der Wedge „Neubau“ dar.

Der Wedge „Neubau“ hat in der Steiermark und Salzburg nur noch einen geringen Einfluss auf die spezifischen Gesamtemissionen und damit auf die möglichen Emissionseinsparungen. Derzeit wird nur noch ein geringer Anteil neuer Gebäude mit fossilen Energieträgern versorgt und die Anforderungen an einen geringen Heizwärmebedarf sind deutlich gestiegen.

4.1.3 Wedge Sanierung

Die thermische Sanierung von Gebäuden ist der bedeutendste Wedge für die THG-Einsparung im Gebäudebereich. Nur durch die energetische Sanierung von Gebäuden kann eine langfristige Senkung des Energieverbrauchs und eine damit verbundene Senkung der THG-Emissionen und der Betriebskosten erzielt werden. Auch wenn sich einzelne Sanierungsmaßnahmen (z. B. Einstellung der Regelung, Tausch des Wärmeerzeugers, Dämmung der obersten Geschoßdecke) schon nach wenigen Jahren amortisieren und dadurch auch ein hoher ökonomischer Anreiz gegeben ist, konnte die Sanierungsrate in der Vergangenheit nicht deutlich angehoben werden. Im Wesentlichen lässt sich dies auf geringe Investitionsbereitschaft, geringes Bewusstsein, hohe Trägheit in der Bevölkerung und auch auf die aktuelle Gesetzeslage (Wohnrechtsgesetze) zurückführen (GDI, 2009).

Die 15a-Vereinbarung zwischen Bund und Ländern zur Ökologisierung im Wohnbau (Bundesregierung, Bundesländer, 2009) sieht Maßnahmen und Vereinheitlichungen in der Wohnbauförderung, dem Baurecht und den öffentlichen Gebäuden vor. Für die Zukunft werden neue strengere Kriterien bei der Vergabe der Wohnbauförderung bei Sanierungen in den Ländern erwartet.

In der Wedgeberechnung lässt sich die THG-Reduktion aus dem Einsparungspotenzial, das sich aus einer deutlich höheren Sanierungsquote ergibt, ermitteln. Somit steigt die Anzahl der sanierten Gebäude mit heutigen energetischen Standards schneller als bisher. Da die Sanierungseinsparungen Auswirkung auf potenzielle Einsparung anderer Maßnahmen hat, wird methodisch festgelegt, dass jede durch energetische Sanierung eingesparte kWh die absolute Auswirkung der anderen Wedges verringert. So muss der Wedge „Sanierung“ als aktivster und wirkungsvollster Wedge im Gebäudebereich hervorgehoben werden.

Die Auswirkungen von Einsparszenarien lassen sich einerseits durch eine Steigerung der theoretischen Sanierungsraten verändern, andererseits kann der durchschnittliche Sanierungsstandard erhöht werden. In Salzburg wurde die anzustrebende Sanierungsrate mit 3% der Gebäude, die vor 1990 errichtet wurden, definiert.

Die Sanierungsrate fasst jenen Anteil der Gebäude zusammen, welche durch thermische Sanierung jährlich einen vorgegebenen Standard einer „umfassenden Sanierung“ erreichen. Die Mindestanforderung an den Heizwärmebedarf liegt derzeit bei einem Oberflächen-Volumsverhältnis (A/V-Verhältnis) größer 0,8 bei 75 kWh/m².a und dies wird auch als Mindestzielwert angenommen.

Realistischerweise entsprechen viele Sanierungen nicht dem Standard einer „umfassenden Sanierung“ und erreichen den Zielwert von 75 kWh/m².a nicht. Deshalb werden in den Berechnungen einzelne Sanierungsmaßnahmen zu einem Sanierungsbündel zusammengefasst (z.B. drei kleine Sanierungen entsprechen einer umfassenden energetischen Sanierung). Auch wenn in Zukunft schon der überwiegende Anteil der Gebäude saniert wurde, bezieht sich die Sanierungsrate im Nenner immer auf alle Gebäude (inklusive der sanierten).

4.1.4 Heizungsswitch Biomasse

Der Bestand der Heizungsanlagen verändert sich mit dem jährlichen Neubau von Gebäuden (und Heizungsanlagen) und dem Austausch bestehender Anlagen in oder ohne Kombination mit energetischen Sanierungsmaßnahmen.

Für Biomasseheizungen ergibt sich in Österreich durch den Walddreichtum ein natürliches Potenzial. Auch bei einem verstärkten Umstieg auf Biomasse wird in Kombination mit dem Wedge „Sanierung“ und dem Wedge „Solarthermie“ in den implementierten Szenarien keine wesentliche Erhöhung des aktuellen Biomassebedarfs erwartet. Bereits in den Referenzszenarien bei Wohngebäuden zeigt sich, dass bei bestehenden Heizungstauschraten und bei kontinuierlicher Senkung des Wärmebedarfs mit keiner Erhöhung des absoluten Bedarfs an Pellets, Hackschnitzel oder Scheitholz zu rechnen ist.

Emissionseinsparungen können durch eine Forcierung der Heizungstauschraten und durch eine Erhöhung des Anteils THG-armer Heizungssysteme beim Tausch erreicht werden. Theoretisch wäre eine vollständige Substitution fossiler Energieträger durch Biomasse möglich. Da Heizungssysteme eine Nutzungsdauer von 20 bis 40 Jahren aufweisen, wird es auch noch in ferner Zukunft EigentümerInnen geben, die ihr Zuhause fossil beheizen. Daher ist es eine Herausforderung, bei Heizungserneuerungen möglichst THG-arme Energieträger zu forcieren.

4.1.5 Forcierung von Solarthermie

Die im Rahmen des „Klima:aktiv“-Programms von AEE INTEC erstellte und der vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft beauftragte Bericht über die „Roadmap Solarwärme“ (AEE INTEC, 2008) definiert bis 2020 rund 10 % des Niedertemperaturbedarfs Österreichs solarthermisch zu erzeugen. Dazu ist es notwendig, den Kollektorbestand von 2007 bis 2020 zu verzehnfachen. Im Jahr 2030 könnte der solare Anteil bereits 25 % und im Jahr 2050 über 40 % ausmachen, wenn gleichzeitig umfangreiche Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden. Diese Ziele werden für die Wedgeberechnung herangezogen. Dazu müssen sich die solarthermischen Zuwachsraten gegenüber den letzten Jahren in Zukunft verdoppeln.

4.1.6 Wedge Strombedarfsstabilisierung

THG-Einsparungen sind durch eine Reduktion des Strombedarfs nicht direkt den Gebäuden zuzurechnen. Bilanztechnisch sind die THG-Emissionen der Energiebereitstellung anzurechnen. Da sich aber die Emissionen aus dem Verhalten der Haushalte und Betriebe ergeben, werden Sie auch grafisch mit dargestellt.

Der Wedge Strombedarfsstabilisierung zeigt, welche Auswirkungen eine Konsolidierung des Stromverbrauchs haben kann. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass es kein weiteres Stromverbrauchswachstum bei Wohn- und Nichtwohngebäuden gibt und deren Nachfrage vielmehr konstant bleibt. Derzeit gehen viele Prognosen davon aus, dass der Stromverbrauch vor allem im Haushaltsbereich weiter ansteigen wird. Im Referenzszenario des Bundeslandes wurde von einem weiteren Stromverbrauchswachstum von 1% jährlich ausgegangen. Im Salzburger Zielszenario wird eine Stromverbrauchs*reduktion* von 1% p.a. unterstellt. Die Differenz der beiden Pfade ergibt das theoretische THG-Einsparungspotenzial bei gleichbleibendem Strommix.

4.1.7 Berechnung von THG-Emissionen für Kleinverbraucher

Für die ClimReg-Berechnungen in der Steiermark wurden gemeinsam mit der Verwaltung des Landes Emissionsfaktoren definiert. Dadurch wird gewährleistet, dass die Ergebnisse mit anderen Ausarbeitungen des Landes kompatibel sind. Der Emissionsfaktor von Strom ergibt sich aus dem europäischen Strommix (UCTE), welcher aufgrund des höheren Anteils fossiler Energieträger deutlich höher als der österreichische Strommix mit dessen hohem Wasserkraftanteil ist. Für fossile Fernwärme wird ein Emissionsfaktor herangezogen der für das Fernwärmenetz der Stadt Graz 2009 ausgewiesen wurde.

Die Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme in Salzburg ergeben sich aus der durchschnittlichen Energieträgerzusammensetzung aus den Jahren 2008-2010. Der Stromwert wird durch die von der Salzburg AG verkauften Mengen ermittelt. Der Fernwärmewert bezieht sich auf das Netz im Zentralraum Salzburg (Fernwärmeschiene Salzburg Hallein). Es muss davon ausgegangen werden, dass sich die Emissionsfaktoren von Strom und Fernwärme in Zukunft erhöhen oder reduzieren können.

Für die Berechnungen sowie für alle weiteren Darstellungen werden folgende Emissionsfaktoren verwendet (siehe Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Im Emissionskalkulationstool verwendete Emissionsfaktoren für Kleinverbraucher in den ausgewählten Bundesländern

Emissionsfaktoren in kg CO ₂ /kWh		
	Stmk	SBG
Fernwärme	0,158	0,0997
Biomasse	0	0
Kohle	0,3687	0,3687
Strom	0,455	0,0541
Erdöl	0,277	0,277
Erdgas	0,1978	0,1978
Solarthermie	0	0

Quelle: Land Steiermark (2010) Grazer Energieagentur (2009) und Land Salzburg (2011)

Es werden durchwegs CO₂-äquivalente Emissionen (CO₂e) der Energieträger dargestellt. Vielfach beschränken sich diese de facto auf Emissionen des Treibhausgases CO₂, da bei den meisten Technologien keine nennenswerten anderen treibhauswirksamen Gase in den Haushalten anfallen bzw. erfassbar sind. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden über die Jahre hinweg konstante Emissionsfaktoren für alle Szenarien angenommen (siehe Tabelle 4-2).

4.1.8 Kombination der Handlungsoptionen und gewählte Parameterwerte

Die Abfolge der Handlungsoptionen wird in Abbildung 4-5 dargestellt. Veränderungen der durchschnittlichen Heizgradtage (Reduktion um 10% bis 2030 und geringfügiger Anstieg des Kühlbedarfs) stellen zwar keine Handlungsoption dar, beeinflussen aber die Quantität der zukünftigen THG-Emissionen. Das Nutzerverhalten wird in den Szenarien als konstant angenommen und wird nicht in die eher technisch ausgerichteten Handlungsoptionen miteinbezogen.

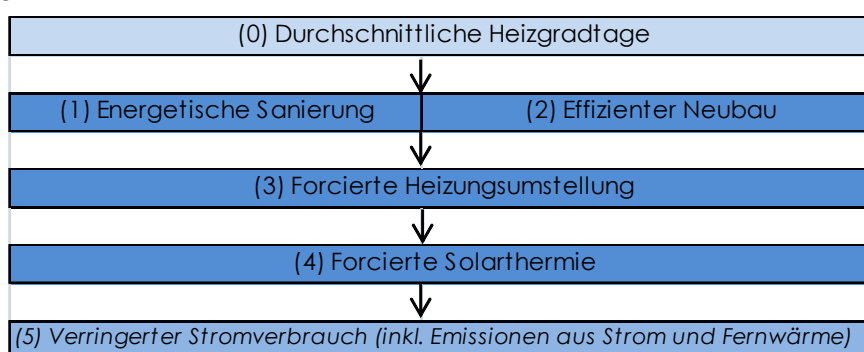


Abbildung 4-5: Methodische Reihung der Handlungsoptionen bei Gebäuden

Quelle: eigene Darstellung

Eine Reihung der Handlungsoptionen ist insofern notwendig, da sich Einsparungseffekte kompensieren können. Die Handlungsoptionen (1) „Energetische Sanierung“ und (2) der „Effiziente Neubau“ beeinflussen primär die Wärmenachfrage. THG-Einsparungen durch zusätzliche Maßnahmen in diesem Bereich verringern daher das Einsparpotenzial aus (3) der forcierten Heizungsumstellung und (4) dem verstärkten Einsatz von Solarthermie. Die

Handlungsoption (5), die Maßnahmen beinhaltet, die geeignet sind den Stromverbrauch zu reduzieren, werden nur dann miteinbezogen, wenn auch die indirekten THG-Emissionen aus dem Strom- und Fernwärmeverbrauch in den Darstellungen inkludiert sind. Nach den UNFCCC Richtlinien werden die Emissionen der Energiebereitstellung dem Erzeuger zugerechnet und nicht dem Verbraucher.

4.1.9 Darstellung der Ergebnisse der Szenarien für Steiermark

In den beiden Szenarien der Steiermark (Basis und Innovation) werden Einsparungen bis zu 1.900 kt CO₂e, rund 50% gegenüber dem Referenzszenario möglich. Diese beinhalten jedoch auch Emissionen, die bei Kraftwerken anfallen (Strom und Fernwärme). Werden diese in den Szenarien nicht berücksichtigt und nur die gebäudespezifischen Emissionen betrachtet, können rund 70% (860 kt CO₂) der Emissionen gegenüber dem Referenzszenario bis 2030 eingespart werden. Die größten Einsparpotenziale gegenüber dem Referenzszenario können in den Handlungsoptionen „Sanierung“ und „Heizungsumstellung“ erreicht werden.

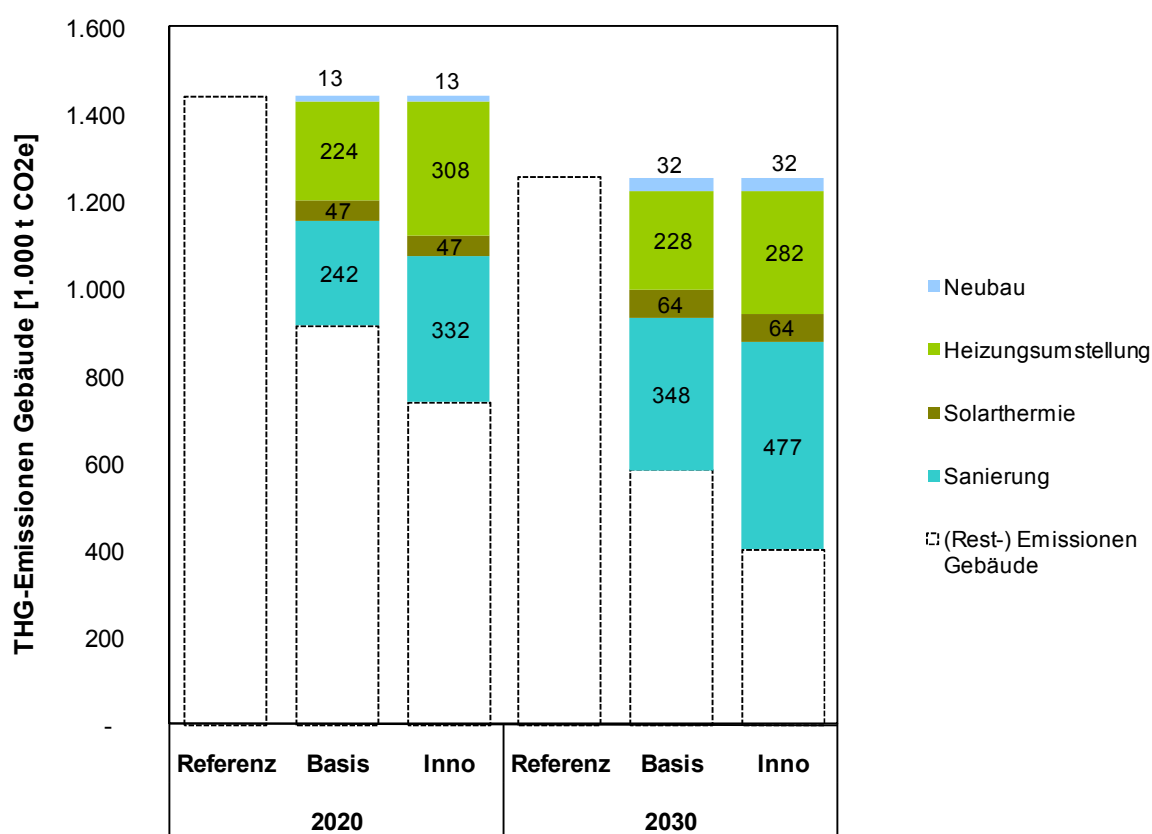


Abbildung 4-6: THG-Einsparpotenziale im Bereich Gebäude

Tabelle 4-3 weist die Summe der möglichen Einsparungen in beiden Zielszenarien (Basis- und Innovationsbündel) gegenüber dem Referenzszenario im Jahr 2020 und 2030 aus.

Tabelle 4-3: Summe der THG-Einsparungen im Bereich Gebäude

Gebäude	Basis-bündel	Innovations-bündel
Veränderung der THG Emissionen gegenüber Referenzszenario		
Änderung der THG Emissionen*) [kt CO ₂ e] 2020	-530	-700
Änderung der THG Emissionen*) [kt CO ₂ e] 2030	-670	-860
Veränderung des Endenergieverbrauchs gegenüber Referenzszenario		
Änderung des energetischen Endverbrauchs [TJ] 2020	-6.000	-10.900
Änderung des energetischen Endverbrauchs [TJ] 2030	-14.300	-22.200

In Tabelle 4-4 werden die zusätzlichen Einsparpotenziale durch die einzelnen Handlungsoptionen unter Berücksichtigung ihrer Interaktion erfasst. Darin werden auch Auswirkungen der CO₂e-Einsparungen von Strom und Fernwärme mitberücksichtigt.

Tabelle 4-4: Einsparpotenziale der einzelnen Handlungsoptionen bei Gebäuden

	2005	2020	2030	2050
Gebäudespezifische Emissionen [tCO₂e] (exkl. Strom u. Fernwärme)				
Referenzszenario Wohngebäude	1.476.366	1.107.177	927.131	659.200
Referenzszenario DL Gebäude	260.293	333.526	328.212	287.515
Reduktionspotenziale Gebäude (exkl. Emissionen aus Strom u. Fernwärme)				
Sanierung		-331.907	-477.356	-494.875
Biomasse Heizungsswitch *)		-309.087	-281.929	-165.600
Solarthermie		-46.513	-63.905	-121.571
0-Emissionen im Neubau		-13.435	-32.349	-69.027
Summe Potenzial Gebäude		-700.941	-855.539	-851.074
Gesamtemission Gebäude [tCO₂e] (inkl. Strom u. Fernwärme)				
Referenzszenario Wohngebäude	2.599.424	2.386.269	2.331.792	2.339.200
Referenzszenario DL Gebäude	1.149.022	1.315.532	1.511.728	2.004.307
Reduktionspotenziale Gebäude (inkl. Emissionen aus Strom u. Fernwärme)				
Sanierung		-376.357	-553.206	-589.874
Biomasse Heizungsswitch *)		-296.264	-275.282	-174.822
Solarthermie		-51.752	-73.034	-145.966
0-Emissionen im Neubau		-19.269	-46.500	-97.389
Stromverbrauchsreduktion		-559.033	-1.025.314	-2.100.509
Summe Potenzial Gebäude		-1.302.675	-1.973.336	-3.108.560

*) Das Einsparungspotenzial Heizungsswitch berücksichtigt die gleichzeitige Umsetzung der Option „Sanierung“ und „Solarthermie“. Werden diese nicht oder nur teilweise umgesetzt, der Biomasse Heizungsswitch jedoch voll, kann sich dessen CO₂-Einsparpotenzial erhöhen.

Es zeigt sich, dass bis 2020 30% weniger CO₂e-Emissionen möglich sind (Basisjahr 2005). Bis 2030 erhöht sich das Einsparpotenzial auf 40% und bis 2050 auf über 50%. Der Stromverbrauch wird mit der Annahme der konstanten Emissionsfaktoren auch weiterhin für den größten Anteil der Emissionen verantwortlich sein.

4.1.10 Darstellung der Ergebnisse der Szenarien für Salzburg

Zur Berechnung der Ergebnisse für Salzburg wurde das im Rahmen von ClimReg entwickelte Emissionsberechnungs-Tool verwendet, um die Szenarien möglichst detailliert

darstellen zu können. Für Salzburg wurden zwei Szenarien mit unterschiedlichen Parametern definiert (siehe Tabelle 4-1). Ein Referenzszenario, welches die aktuellen Entwicklungen und Trends berücksichtigt und ein Einsparzielszenario, welches die zusätzlichen Maßnahmen definiert, wodurch das vom Land Salzburg definierte Ziel „Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig“ erreicht werden soll.

Werden die gegenwärtig teilweise ambitionierten Parameter des Zielszenarios Salzburg aus Tabelle 4-2 im Berechnungstool verwendet, können gegenüber dem Referenzszenario bis 2020 160 kt CO₂e und bis 2030 200 kt CO₂e eingespart werden (siehe Tabelle 4-5).

Tabelle 4-5: Darstellung der CO₂e-Einsparungen im THG-Zielszenario Salzburg gegenüber Referenzszenario und Veränderung des Endenergieverbrauchs

Gebäude Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. Nachhaltig			
Veränderung der THG Emissionen inkl. Emissionen aus Strom und Fernwärme von Gebäuden	gegenüber 2005	gegenüber 2009	gegenüber Referenzszenario
Änderung der THG Emissionen [kt CO ₂ e] im Jahr 2020	-570 (-56%)	-290 (-39%)	-160 (-27%)
Änderung der THG Emissionen [kt CO ₂ e] im Jahr 2030	-720 (-71%)	-440 (-60%)	-200 (-40%)
Veränderung des Endenergieverbrauchs			
Änderung des energetischen Endverbrauchs [TJ] im Jahr 2020	-5.900 (-23%)	-1.800 (-8%)	-2.700 (-11%)
in GWh	-1640	-500	-750
Änderung des energetischen Endverbrauchs [TJ] im Jahr 2030	-9.400 (-34%)	-5.300 (-22%)	-6.200 (-25%)
in GWh	-2610	-1470	-1720

Abbildung 4-7: zeigt im Zeitverlauf, wie sich gegenüber dem Referenzszenario die THG-Emissionen von Wohngebäuden durch die unterschiedlichen Wedges entwickeln. Die oberen Linien zeigen die THG-Emissionshöhe wenn die indirekt verursachten Emissionen aus dem Stromverbrauch und der Nutzung von Fernwärme aus fossilen Quellen im Referenz- und im Zielszenario miteinbezogen werden. Die Gebäude-spezifischen Emissionen (aus dem Verbrauch von Erdöl, Erdgas und Erdgas) sind in Salzburg um durchschnittlich rund 30% zu erhöhen wenn die Emissionen aus dem Fernwärmebedarf und Strombedarf inkludiert werden.

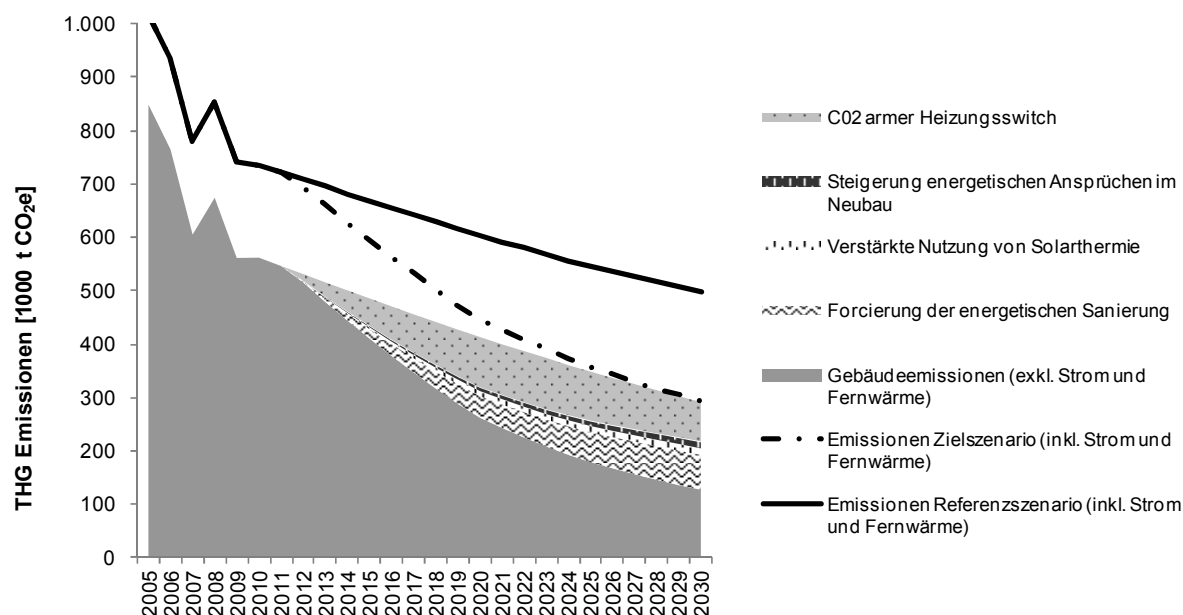


Abbildung 4-7: Einsparungspotenziale Gebäude (Wohn- und Nicht-Wohngebäude) bis 2030

Abbildung 4-8 stellt im Vergleich zu Abbildung 4-7 die verbleibenden Emissionen gegliedert nach Energieträger für Wohngebäude bis 2050 dar.

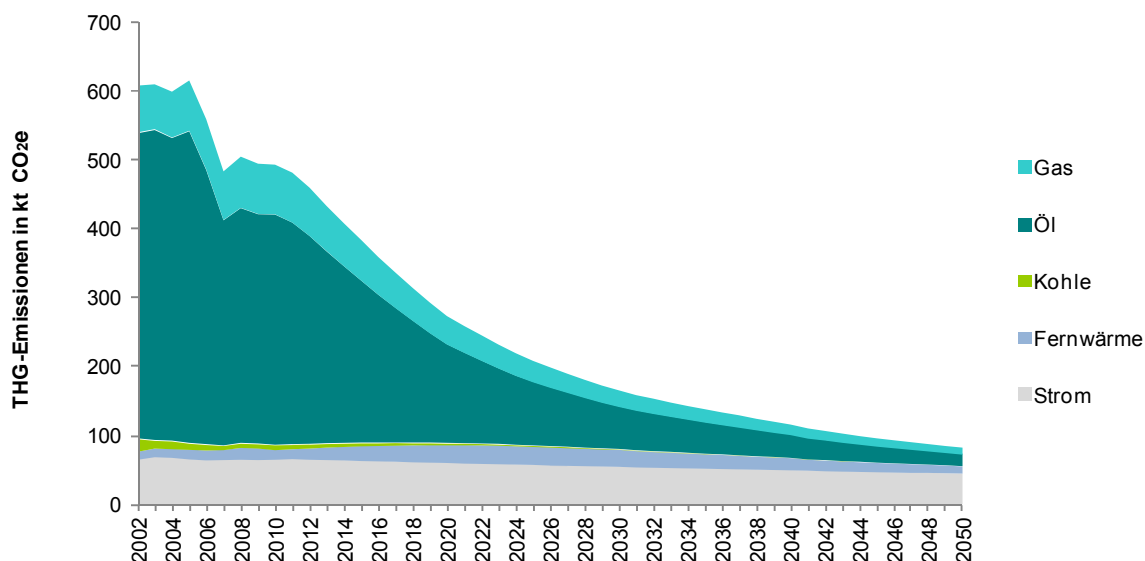


Abbildung 4-8: CO₂e - Einsparung nach Anwendung der Wedges bei Wohngebäuden bis 2050

Anmerkung: inkl. indirekt verursachter Emissionen bei Strom (0,0541 kg CO₂/kWh und Fernwärme fossil 0,0997 kg CO₂/kWh; (Land Salzburg (2011))

Langfristig werden die Emissionen deutlich reduziert. Bei als konstant angenommenen Emissionsfaktoren wird in Zukunft der Strombedarf der Haushalte für die höchsten THG-Emissionen verantwortlich sein. Werden die Salzburger Wohngebäude ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Quellen versorgt, so ist es möglich die THG-Emissionen bis 2050 gegen Null zu reduzieren.

Abbildung 4-9 zeigt, wie sich die einzelnen Energieträger durch die Parameterwahl im Salzburgszenario entwickeln können. Deutlich erkennbar ist, dass 2020 etwa der Zuwachs an Erneuerbaren Energieträgern (exkl. Solarthermie) stagnieren wird und im weiteren Zeitverlauf, neben der thermischen Sanierung, durch den forcierten Einsatz von Solarthermie verringert werden kann.

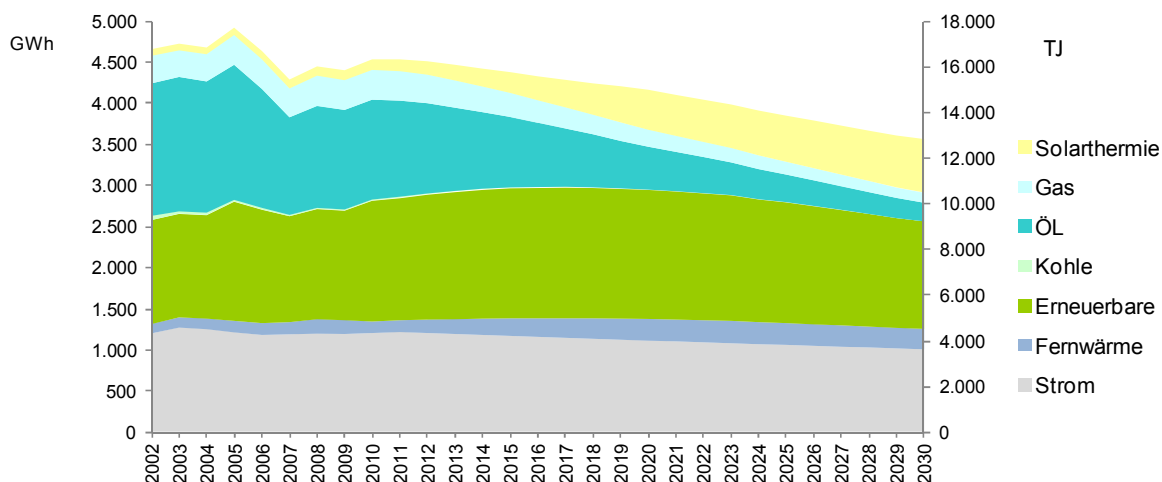


Abbildung 4-9: Energiebedarfsentwicklung Wohngebäude im Salzburgszenario bis 2030

Abbildung 4-10 stellt die Auswirkung der Wedges auf Basis der gebäudespezifischen THG-Emissionen und der absoluten THG-Emissionen, die durch die Energienachfrage in Salzburg entstehen, dar. Es zeigt sich, dass aufgrund der ambitionierten Heizungsumstellung bei Wohn- und Dienstleistungsgebäuden gegenüber dem Referenzszenario, die größten Einsparungen zu erzielen sind.

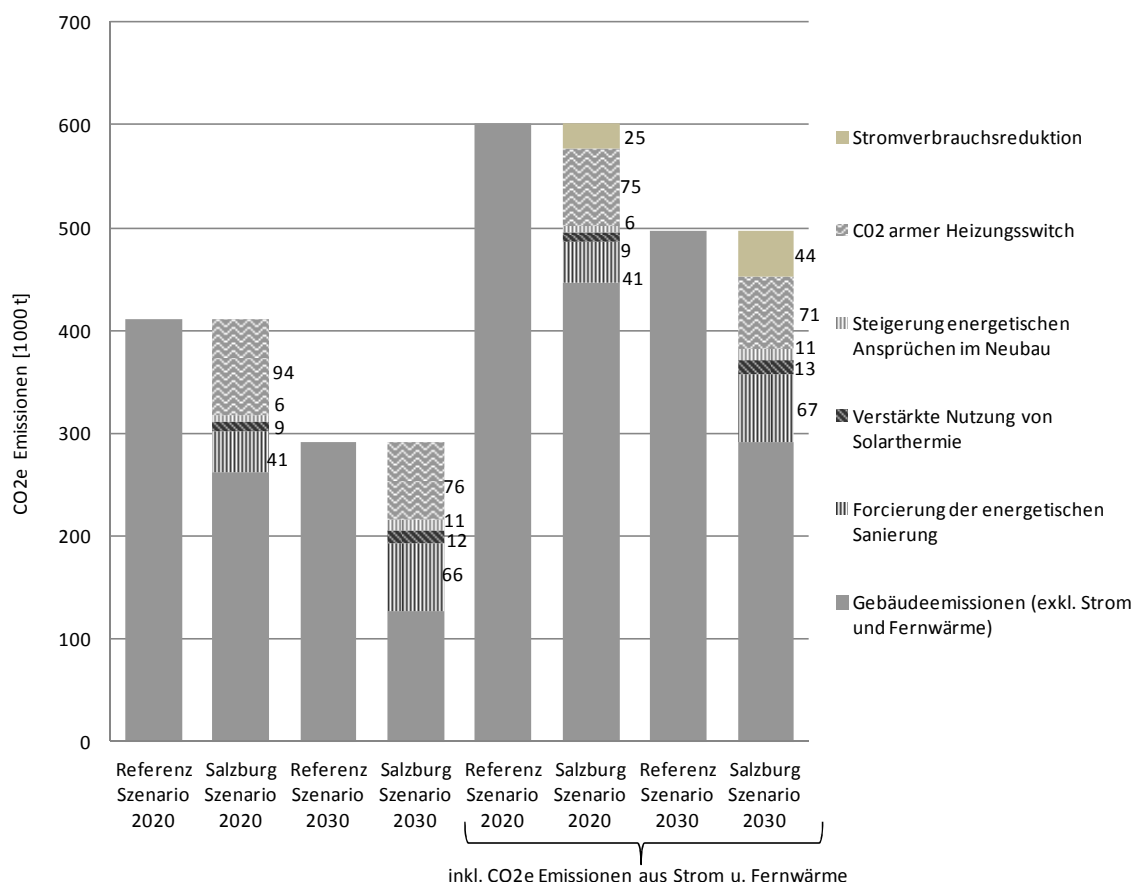


Abbildung 4-10: THG-Einsparung durch die Anwendung der Wedges bei Gebäuden (Wohn- und Nichtwohngebäude) gegenüber Referenzszenario (exkl. Strom und Fernwärme)

Nach Abbildung 4-10 werden bis 2020 durch die Heizungsumstellung die größten THG-Emissionseinsparungen erzielt. Durch die laufende Heizungsumstellung im Referenzszenario und die Miteinbeziehung der Emissionen aus der Fernwärmebereitstellung werden aber langfristig die Emissionseinsparungen geringer ausfallen als bei thermischen Sanierungen. Die jährlichen Stromverbrauchseinsparungen inkludieren auch jene, die durch die Sanierung, durch die verstärkte Nutzung der Solarthermie und durch die Heizungsumstellung von mit Strom beheizten Gebäuden erreicht werden.

4.1.11 Schlussfolgerungen für Gebäude

- Die berechneten Wedges werden einen gravierenden Einfluss auf die weitere Entwicklung des Gebäudebestands haben. Es wird gezeigt, dass eine deutliche Reduktion der Emissionen im Bundesland Salzburg möglich ist.
- Das Einsparszenario und auch das Referenzszenario zeigen, dass der Bedarf an fossilen Energieträgern zurückgehen wird und dass der Anteil erneuerbarer Energieträger steigen wird. Mit der Steigerung der Sanierungsrate und einer konsequenten Heizungsumstellung insbesondere auf erneuerbare Energieträger kann der Hauptanteil der notwendigen THG-Reduktionen geleistet werden.

- Auch wenn in Zukunft deutlich mehr Heizsysteme auf Basis von Biomasse zum Einsatz kommen werden, wird sich der zusätzliche Biomassebedarf in Grenzen halten. Voraussetzung ist aber eine prioritäre Forcierung der Sanierung, obwohl sich kurzfristig durch den Umstieg auf erneuerbare Energieträger deutlich höhere THG-Einsparpotenziale realisieren lassen.
- Die Bedeutung von Solarthermie wird ohne Zweifel in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen. Schon in den letzten Jahren gab es Zuwachsraten von 5 bis 10% bei den installierten Kollektorflächen. Kann diese Entwicklung über die nächsten Jahre und Jahrzehnte fortgesetzt werden, so entwickelt sich die Solarthermie zum wichtigsten Energieträger für Wohn- und Dienstleistungsgebäude.
- Es deutet bis heute nur sehr wenig darauf hin, dass der Stromverbrauch in Zukunft zurückgehen wird. Einsparungen durch effizientere Geräte werden sehr oft durch zusätzliche VerbraucherInnen oder durch ein geändertes NutzerInnenverhalten relativiert. Auf der Nachfrageseite wird es daher nur mit deutlich darauf ausgerichteten Maßnahmen möglich sein, den Stromverbrauch zu reduzieren. Bleibt der heutige Strommix in Zukunft unverändert, so werden durch die Stromnachfrage die höchsten Emissionen verursacht. Bilanztechnisch werden die Emissionen jedoch nicht den Haushalten bzw. Gebäuden zugerechnet.

4.2 Verkehr

Ausgangspunkt für die Emissionsermittlung für den Sektor Verkehr sind die Fahrleistung (in Kfz-km) einerseits und die Verkehrsleistung für den Güterverkehr (in Tonnen-km) bzw. den Personenverkehr (in Personen-km) andererseits. Für den Personenverkehr wurde weiters unterschieden zwischen öffentlichem Verkehr (ÖV), nicht motorisiertem Individualverkehr (NMIV, somit zu Fuß und Rad) und dem motorisierten Individualverkehr (MIV) nach unterschiedlichen Antriebsarten (Benzin, Diesel, Hybrid und E-Fahrzeuge). Als Quellen für die Bestandszahlen dienten eine Sonderauswertung der Verkehrsprognose 2025+ (Käfer et al., 2009) und eines bundeslandspezifischen Verkehrsmodells (Kribernegg, 2010). Diese Daten wurden ergänzt durch bundeslandspezifische Statistiken für den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV elektrisch) sowie für den Güterverkehr Bahn. Die Prognose der Entwicklung des Kfz-Bestands bis 2030 sowie der Emissionsfaktoren basieren auf einer beauftragten Studie zur Erstellung globaler Emissionsdaten für österreichische Kfz der TU Graz (Hausberger, 2010). Die Prognosen der Fahrleistung und der Verkehrsleistung basieren auf eigenen Berechnungen unter Berücksichtigung der Verkehrsprognose 2025+ auf Österreich-Ebene (Käfer et al., 2009). Da die Basis der Berechnungen der THG-Emissionen die tatsächlich im Bundesland zurückgelegten Kfz-km (Güterverkehr, MIV) bzw. Personenkilometer (ÖV) sind, unterscheiden sich die Zahlen von jenen Emissionszahlen, die sich auf Basis des in der Energiebilanz ausgewiesenen Kraftstoffverkaufs im Bundesland ergeben.

Das Referenzszenario Verkehr basiert auf einer Trendfortschreibung der Entwicklung des Fahrzeugbestandes und berücksichtigt die Trendumkehr ab etwa 2003, die die Anteile der Dieselfahrzeuge sinken und die Anteile der Benzinfahrzeuge wieder steigen lässt, vermutlich aufgrund der Feinstaubdiskussion, der Angleichung der Treibstoffpreise von Benzin und Diesel und der zunehmenden Kosten ersterer infolge sinkender NO_x-Emissionsgrenzwerte. Weiters werden im Referenzszenario keine Effizienzsteigerungen angenommen, um den Effekt des Wedges ‚Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe‘ darstellen zu können und die Notwendigkeit von Regulierungen (Standards) und Förderungen in diesem Bereich sichtbar zu machen.

Diese Informationen sind im Emissionskalkulationstool Mobilität zusammengefasst in dem je nach Wahl der Parameterwerte die THG- und Energieeinsparungspotenziale berechnet werden.

Ausgehend von einem Referenzszenario für Verkehrsleistung bis 2030 wird ein Emissionsreferenzpfad für Personenmobilität m spezifiziert als

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

wobei Em_t^m die THG Emissionen, Pop die Bevölkerung, Veh_{ij} den Kfz-Bestand des Typs i (Benzin mit und ohne Kat, Diesel) mit Transportmittel j (Pkw, ÖV-Bus, ÖV-Bahn, ÖPNV und NMIV), und En_{ij} die Endenergienachfrage jeweils zum Zeitpunkt t bezeichnen. Die

Emissionsfaktoren des Referenzpfades für unterschiedliche Transportmittel unterschiedlichen Typs sind in Tabelle 4-6 als jeweilige Flottendurchschnitte dargestellt.

Tabelle 4-6: Im Emissionskalkulationstool verwendete Emissionsfaktoren

	2005	2020	2030
Emissionsfaktoren [gCO₂e/Kfz-km]			
MIV			
Benzin	195	174	173
Diesel	169	158	158
GV-Schwere Nutzfahrzeuge			
Diesel	724	688	688
Emissionsfaktoren [gCO₂e/P-km]			
ÖV Bus	34	31	30
ÖV Bahn	14	11	11
Emissionsfaktoren [gCO₂e/t-km]			
GV Bahn	12	12	12

Quelle: Käfer et al. (2010), Hausberger (2010), eigene Berechnungen.

Es wurden sieben Wedges mit unterschiedlicher Variation der Parameter definiert, die im folgenden näher erläutert werden. Davor soll an einem Beispiel die Funktionsweise des Emissionskalkulationstools beschrieben werden: eine spezifische Veränderung der

Beimischung des Biotreibstoffes verändert den Koeffizienten $\frac{Em_{ij}}{En_{ij}}$, während ein Umstieg auf Elektromobilität den Koeffizienten $\frac{En_{ij,t}}{pkm_{ij,t}}$ beeinflusst. Die Methodik zur Berechnung der Einsparungspotenziale wird im Folgenden für alle Arten von Wedges beschrieben und für Salzburg dargestellt.

4.2.1 Effiziente Raumstruktur

Für die Berechnungen des Einsparungspotenzials von effizienter Raumstruktur wird auf zwei Studien Bezug genommen:

Friedwagner et al. (2005) quantifizieren die Verkehrseffekte einer kompakten Raumstruktur für die Untersuchungsregion Linz-Land und Wels-Land. Verglichen wird im Rahmen eines Verkehrsmodells das im Jahr 2001 beobachtete Szenario mit einem alternativen Szenario „Kompakte Raumstrukturen“ (KORS), in dem unterstellt wird, dass der gesamte Zuzug von Personen im Betrachtungszeitraum 1991 bis 2001, der in Verkehrszellen mit geringer Siedlungsdichte und schlechtem ÖV-Anschluss erfolgt, stattdessen in „Gunstzellen“ erfolgt. „Gunstzellen“ weisen eine höhere Siedlungsdichte und eine gute Anbindung an den öffentlichen Verkehr auf. Die Verkehrsleistung dieses Bevölkerungsanteils konnte dadurch im MIV um 16% reduziert werden, bei einer gleichzeitigen Erhöhung im ÖV um 7%.

Käfer und Steininger (2008) untersuchen die verkehrlichen Auswirkungen der Umsetzung einer Siedlungsentwicklung im Salzburger Zentralraum, konkret die Auswirkungen der Implementierung des Sachprogramms „Standortentwicklung für Wohnen und Arbeiten im

Salzburger Zentralraum“ (Amt der Salzburger Landesregierung 2007). Dabei wurde das Szenario Sachprogramm 2025 einem Trendszenario 2025 gegenübergestellt. Ausgehend vom Bestand der Verkehrsleistung 2005 wurde jeweils die durch die Siedlungsstruktur implizierte Verkehrsleistung im MIV und ÖV für den Prognosezeitraum 2025 anhand eines Verkehrsmodells ermittelt. Durch die Umsetzung des Sachprogramms konnte die gesamte Verkehrsleistung im MIV um 10,9% reduziert werden. Gleichzeitig wurden die Personenkilometer im ÖV um 2,8% gesteigert. Eine wesentliche Schlussfolgerung dieser Studie war, dass die Implementierung einer neuen Siedlungsstruktur alleine kaum nennenswerte Verlagerungseffekte im Modal Split bewirkte. Eine effiziente Siedlungsstruktur ist nur eine notwendige Voraussetzung, aber keine hinreichende Bedingung. Erst die gleichzeitige Verbesserung des ÖV-Angebots führte zu den zuvor genannten Verlagerungseffekten im Modal Split.

Zur Quantifizierung der „Effizienten Raumstruktur“ 2020 bzw. 2030 wurden die Ergebnisse von Friedwagner et al. (2005) auf die Beispielbundesländer umgelegt. Es wurde untersucht, welche Einsparungspotenziale sich ergeben, wenn die Zuzüge in die Gemeinden nur in „Gunstzellen“, also mit dem ÖV gut erschlossenen Gemeinden erfolgt. Zunächst wurden die Zuzüge in den einzelnen Gemeinden anteilmäßig anhand der Bevölkerungsprognosen fortgeschrieben.

Natürlich siedeln sich nicht alle Zuzügler einer Gemeinde (auch ohne raumstrukturelle Maßnahmen) in ungünstigen Siedlungsgebieten an. Aufgrund dessen musste auf Basis ausgewählter Kriterien entschieden werden, wie hoch der Anteil des Zuzugs jeder Gemeinde ist, der sich bei Durchführung raumstruktureller Maßnahmen in Gunstzellen ansiedelt. Der Anteil des Zuzugs, der neu auf Gunstzellen zu entfallen hat, wurde berechnet, indem die Anzahl der ÖV-Haltestellen je Gemeinde mit einer Bedienhäufigkeit von mindestens zehn Abfahrten pro Tag in Beziehung zur Gemeindegröße gesetzt wurde.

Die Wegzüge wurden in den Berechnungen ebenfalls berücksichtigt, um eine Doppelzählung zu vermeiden. Das Ergebnis der Berechnungen war die Anzahl der Zuzüge, die sich nun bei einer Umsiedlung oder Neuansiedlung aufgrund der raumstrukturellen Gegebenheiten bzw. Verordnungen in Gunstzellen und nicht in Ungunstzellen ansiedeln. Daraus ergibt sich die eingesparte Verkehrsleistung in P-km und in weiterer Folge die THG Einsparung.

4.2.2 Steigerung des ÖV Anteils

Der öffentliche Verkehr (ÖV) hat vor allem in relativ dicht besiedelten Gebieten ein großes Potenzial Treibhausgas- und andere Schadstoffemissionen in Relation zum MIV einzusparen. Weitere Vorteile gegenüber dem MIV sind die höhere Personenkapazität pro Fahrzeug, eine höhere zeitliche und kapazitätsbezogene Auslastung des Verkehrsmittels und der geringere Flächenverbrauch. Beim Flächenverbrauch ist zu beachten, dass sowohl weniger aktive Verkehrsfläche pro Person als auch weniger Fläche im ruhenden Verkehr (Parken) benötigt wird.

Als erste Orientierung, um einen möglichen Anteil des ÖV am Modal Split auszuweisen, dienen Vergleiche mit anderen Regionen gemäß dem Bericht, Verkehr in Zahlen des BMVIT (BMVIT, 2007) und die Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten in der

Schweiz (Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, 2007). Berücksichtigt wird der Modal Split im Personenverkehr bezogen auf die Verkehrsleistung (in P-km). Der Mikrozensus 2005 weist einen ÖV-Anteil von 20,4% für die gesamte Schweiz und Verkehr in Zahlen (BMVIT, 2007) einen ÖV Anteil von 20% für Niederösterreich aus. Für die Handlungsoption ÖV wurde ein Anstieg von 4%-Punkten, von 2005 bis 2020 unterstellt (für Salzburg von 19% auf 23%). Bis 2030 wird eine weitere Erhöhung um 4%-Punkte (ÖV Anteil am Modal Split) als Potenzial angenommen.

4.2.3 Erhöhung des Anteils des NMIV

Da nicht alle kurzen Wege, die bisher im MIV zurückgelegt wurden, in Zukunft auf den nicht motorisierten Individualverkehr (NMIV) verlagert werden können, müssen jene Bestimmungsfaktoren näher untersucht werden, die einen Umstieg erleichtern oder erschweren. Diese sind die Wetterverhältnisse, Wegzweck, Wegekettenlänge, Topografie und Alter bzw. körperliche Fitness. In Tabelle 4-7 wird das Verlagerungspotenzial, in Anlehnung an eine Schweizer Studie (INFRAS, 2005), in einer Matrix dargestellt. Es wird für jede mögliche Kombination aus den genannten Einflusskategorien das Verlagerungspotenzial definiert. Die Einteilung erfolgt in: sehr hohes (80%), hohes (70%), mittelmäßiges (60%) oder geringes (40%) Verlagerungspotenzial.

Tabelle 4-7: Verlagerungspotenzial auf NMIV

kein Niederschlag		Arbeit/Ausbildung/priv. Erled.			Einkauf			Freizeit/dienstl.-geschäftl.			Sonstiges/keine Angabe/nach Hause		
Wegeketten		0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.
Großstädte/ Zentrale Bezirke	0 bis 1 km	90%	90%	90%	80%	80%	80%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	1 bis 2 km	90%	90%	80%	80%	80%	70%	80%	80%	70%	80%	80%	80%
	2 bis 5 km	90%	90%	70%	70%	70%	40%	70%	70%	40%	80%	80%	70%
	5 bis 10 km	80%	80%	40%	40%	70%	40%	70%	70%	40%	80%	80%	40%
periphere B.	0 bis 1 km	90%	90%	90%	80%	80%	80%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	1 bis 2 km	90%	90%	70%	80%	80%	70%	80%	80%	70%	80%	80%	70%
	2 bis 5 km	80%	80%	40%	70%	70%	40%	70%	70%	40%	80%	80%	40%
	5 bis 10 km	70%	70%	40%	40%	40%	40%	70%	70%	40%	70%	70%	40%
Niederschlag		Arbeit/Ausbildung/priv. Erled.			Einkauf			Freizeit/dienstl.-geschäftl.			Sonstiges/keine Angabe/nach Hause		
Wegeketten		0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.	0-10 J.	11-65 J.	66+ J.
Großstädte/ Zentrale Bezirke	0 bis 1 km	90%	90%	90%	80%	80%	80%	90%	90%	80%	90%	90%	90%
	1 bis 2 km	90%	90%	80%	80%	80%	70%	80%	80%	70%	80%	80%	80%
	2 bis 5 km	80%	80%	40%	40%	40%	40%	70%	70%	40%	80%	80%	40%
	5 bis 10 km	70%	70%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	70%	70%	40%
periphere B.	0 bis 1 km	90%	90%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	90%	90%	90%
	1 bis 2 km	80%	90%	70%	70%	80%	70%	80%	80%	70%	80%	80%	80%
	2 bis 5 km	70%	80%	40%	40%	40%	40%	70%	70%	40%	70%	70%	40%
	5 bis 10 km	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Bei Niederschlag ist das Potenzial für den Umstieg auf den NMIV geringer als zu niederschlagsfreien Zeitpunkten, wobei davon ausgegangen wird, dass kurze Wegeketten (bis 2 km) trotz Niederschlag zu Fuß zurückgelegt werden können. Aus INFRAS (2005) geht hervor, dass zwei Drittel der Wege zu niederschlagsfreien Zeitpunkten zurückgelegt werden. Aufgrund der ähnlichen geografischen Lage wurde daher dieser Wert als Referenzwert herangezogen.

Je nach Wegzweck werden unterschiedliche Potenziale angenommen, da beispielsweise das zu transportierende Gepäck oder zu begleitende Personen die Wahl des Verkehrsmittels einschränken. Für Arbeits- und Ausbildungswege sowie private Erledigungen wird das Umstiegspotenzial als sehr hoch eingeschätzt. Bei Einkaufs-, Freizeit- und dienstlichen Wegen nimmt die Möglichkeit des Umstiegs ab. Das Umstiegspotenzial hängt auch stark von

der Raumstruktur ab. Da topografische Informationen in der Mobilitätsenerhebung nicht vorhanden sind, muss als Näherungsgröße der Raumtyp mit den Kategorien Großstädte, zentrale Bezirke und periphere Bezirke herangezogen werden. Naturgemäß ist der Umstieg auf das Fahrrad in peripheren Bezirken aufgrund der Steigungen und Entfernungen schwieriger als in Großstädten und zentralen Lagen. Die körperliche Fitness findet in den Berechnungen Eingang, indem drei Alterskategorien gebildet werden. Die Möglichkeit, das Fahrrad anstelle des Autos zu wählen, nimmt mit zunehmendem Alter ab. Daher wird für die Alterskategorie ab 66 Jahren vor allem bei den längeren Wegstrecken ein geringes Umstiegspotenzial angenommen. Auch bei Kindern bis 10 Jahren nimmt das Umstiegspotenzial mit zunehmender Wegdistanz ab.

Die Umstiegspotenziale, wie in Tabelle 4-7 dargestellt, werden auf die prognostizierte MIV-Verkehrsleistung für 2030 im spezifischen Emissionsszenario angewandt. Da viele Maßnahmen erst in einem längeren Zeithorizont umgesetzt werden können und wirken (z.B. Ausbau der Rad- und Fußwege), wird angenommen, dass bis 2020 nur 80% des so berechneten Potenzials realisierbar ist. Bis 2030 ist dieses Potenzial dann voll realisiert.

4.2.4 Alternative Antriebe

Die Handlungsoption ‚Alternative Antriebe‘ umfasst in erster Linie E-Pkw und Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge (Plug-In-Hybrid-Electric-Vehicles, PHEV). Erdgasfahrzeuge weisen in der Umweltbewertung einen höheren Emissionsfaktor auf als beispielsweise Dieselfahrzeuge (Spitzer et al. 2009). Gasbetriebene Fahrzeuge werden daher nur insofern empfohlen, indem die Potenziale der Biomethan-Produktion aus (landwirtschaftlichen) Abfällen für den Einsatz in Fahrzeugen ausgeschöpft werden. Der Einsatz von gasbetriebenen Fahrzeugen spielt als Übergangstechnologie eine Rolle, da die Technologie bereits heute marktfähig ist. Langfristig kommt den E-Fahrzeugen eine größere Bedeutung zu, da der Gesamtwirkungsgrad deutlich höher ist. Auch normale Hybrid-Fahrzeuge dürften aufgrund ihres gegenüber E-Fahrzeugen und PHEV geringeren Gesamtwirkungsgrades lediglich als Übergangstechnologie eine Rolle spielen.

Elektromotoren haben einen Wirkungsgrad, der zumindest drei Mal so hoch ist wie jener von Verbrennungsmotoren. Für den breiten Einsatz von E-Fahrzeugen ist ein entsprechendes Netzwerk an Infrastruktur aufzubauen (z.B. Ladestationen). Für die Gesamt-Emissionsbilanz sind vor allem das Fahrzeuggewicht (der zukünftige Übergang auf z.B. Carbon Compound Karosserie wird das Gewicht wesentlich senken können) und die Herstellungsart der Elektrizität relevant. Werden bestehende Auto-Modelle, deren Geometrie nicht für Elektromotoren ausgelegt war, nun mit Elektromotoren ausgestattet und wird ein hoher fossiler Anteil in der Stromproduktion unterstellt, so kann es sein, dass die Gesamt-Treibhausgasbilanz nicht wesentlich besser ist als bei herkömmlichen Benzin- und Dieselfahrzeugen. Wesentlich ist dabei jedoch die langfristige Perspektive. Zum Einen wird eine auf Elektromotoren ausgelegte Fahrzeugkonstruktion deren spezifischen Energiebedarf senken und zum Anderen ist für Elektrizität im Gegensatz zu fossilen Antrieben auch völlig kohlenstofffreie Produktion möglich.

Um das Einsparpotenzial bis 2020 bzw. 2030 abschätzen zu können, mussten auf dieser Stufe Werte bezüglich der prozentuellen Durchdringung der Pkw-Flotte angenommen werden. Dafür wurden unterschiedliche Studien herangezogen: Das von Austrian-Mobile-Power (2009) festgelegte Ziel umgelegt auf die Bundesländer und bis 2030 erweitert, ergibt einen Anteil von etwa 10% im Jahr 2030 an der gesamten Flotte. Für die Anteile der PHEV als mögliche Übergangstechnologie zeigt eine Prognose von EURELECTRIC (2007) einen möglichen Anteil von 8-20% bis 2030. Für Österreich gehen Kloess et al. (2009) in einem „BAU-Szenario“ von einem gesamten Flotten-Anteil an E-Fahrzeugen und Hybrid Fahrzeugen von 32% bis 2030 aus, in einem Politik-Szenario und/oder Förderszenario halten die Autoren Flottenanteile von über 70% für möglich. Die für die Berechnung des Einsparungspotenzials für alternative Antriebe herangezogenen Flottenanteile lagen in den unterschiedlichen Szenarien bei E-Fahrzeugen zwischen 7% und 10% und bei PHEVs im Bereich 14% bis 18% für 2030.

4.2.5 Effizienzsteigerung im Güterverkehr

Das Einsparungs- und Verlagerungspotenzial im Güterverkehr wurde basierend auf Kapfer et al. (2004) berechnet. Dabei wurden die darin ermittelten Einsparungspotenziale für das Jahr 2015 aus Maßnahmen im Bereich Logistik, Verkehrstelematik und kombinierter Verkehr aggregiert und nach dem Anteil der Tonnenkilometer am Gesamtvolumen auf das Bundesland umgelegt. Daraus ergibt sich ab 2015 ein jährliches Reduktionspotenzial im Straßengüterverkehr von 13% unter dem jeweiligen Referenzszenario-Wert. Hingegen steigt der Transport auf der Schiene durch Verlagerung der Güterverkehrsströme auf Jahresbasis auf 15 % über den jeweiligen Wert des Referenzszenarios.

4.2.6 Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe

Durch Effizienzsteigerungen bei konventionellen Antrieben können verbrauchsintensive Benzin- und Diesel-Pkw ersetzt werden, was bei gleicher Fahrleistung zu geringeren Gesamtemissionen führt. Außerdem kommt es durch einen Umstieg auf effizientere Fahrzeuge zu keinen Einbußen im Komfort der individuellen Fortbewegung. Die Emissionsfaktoren wurden für Pkw, schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst (Hausberger, 2010). Für den Pkw Verkehr ist die „Verordnung zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen“ Verordnung (EG) Nr. 443/2009 maßgeblich. Für LNF relevant ist der Kommissionsvorschlag zur Festsetzung von Emissionsnormen für neu zugelassene leichte Nutzfahrzeuge (KOM(2009)593). Die Anpassung der spezifischen Verbrauchswerte der Neuzulassungen von SNF erfolgte nach den Daten des Handbuchs Emissionsfaktoren (HBEFA V3.1) (Hausberger, 2010).

Richtwert für die spezifischen CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw sind 130 g/Kfz-km beginnend ab 2012, wobei jene Fahrzeuge, die eine festgesetzte Masse über- oder unterschreiten, entsprechend einer fix vorgegebenen Formel mehr bzw. weniger emittieren dürfen. Zugrunde gelegt werden nicht die Emissionen nach Grenzwert im Testzyklus, sondern die Emissionen im tatsächlichen Fahrbetrieb, die im Schnitt 15-20% darüber liegen.

Österreich weist gegenüber dem EU-Durchschnitt eine höhere Masse der Pkws auf, was eine überproportionale Verbesserung der spezifischen Emissionen erforderlich machen würde, um das EU-Ziel insgesamt erreichen zu können. Da die Entwicklung in den anderen EU-Staaten und Österreich selbst hinsichtlich der Fahrzeugmassen sowie der Veränderung der spezifischen Emissionen der Neuzulassungen Unsicherheiten unterworfen ist, wurden in Hausberger (2010) zwei Szenarien berechnet. Die für die Bundesländer übernommenen Emissionsfaktoren für die Berechnung des Einsparungspotenzials beziehen sich auf jenes Szenario, in dem die Entwicklung der Fahrzeugbestände in Österreich mit Massen über dem EU-Durchschnitt weiter fortläuft, also keinen überdurchschnittlichen Beitrag zum EU-Gesamtziel leistet.

Tabelle 4-8: Emissionsfaktoren bei Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe

	2005	2020	2030
Emissionsfaktoren [gCO₂e/Kfz-km]			
MIV			
<i>Benzin</i>	195	130	93
<i>Diesel</i>	169	134	98
GV			
<i>Diesel (Schwere Nutzfahrzeuge)</i>	724	683	662

Quelle: Hausberger (2010) und eigene Berechnungen

4.2.7 Alternative Treibstoffe

Bei den Biotreibstoffen werden jene der 1. und der 2. Generation unterschieden. Zu jenen der 1. Generation zählen Biodiesel aus Ölsaaten (Sonnenblumen, Raps, Soja) und Bioethanol aus Zucker- und Stärkepflanzen, die bereits jetzt im Einsatz sind. Für Biotreibstoffe der 2. Generation, zu denen etwa Bioethanol aus Holz zählt und die nicht mit Pflanzen als Nahrungsmitteln konkurrieren, gibt es Pilotversuche - sie kommen jedoch noch nicht zum Einsatz.

Bei der Berechnung des Einsparungspotenzials durch Treibstoffe der 1. Generation wurde von den für Österreich verbindlichen Zielen bzw. den aktuellen österreichischen Beimischungsanteilen ausgegangen.

Die österreichische Biokraftstoff-Verordnung (Novelle November 2004) sieht eine Substitutionsverpflichtung seit 1. Oktober 2005 von 2,5% (gemessen am Energieinhalt) aller in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselmotorkraftstoffe durch Biokraftstoffe vor. Der Anteil hat sich mit 1. Oktober 2007 auf 4,3% (gemessen am Energieinhalt) und am 1. Oktober 2008 auf 5,75% erhöht.

Die „Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ (Richtlinie 2003/30/EG) sieht eine Erhöhung des Anteils an Biotreibstoffen auf 5,75% bis 2010 vor. Diese wird durch die „Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ (Richtlinie 2009/28/EG) ersetzt. Letztere sieht ein Ziel von 20% für den *Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen* am Gesamtenergieverbrauch in der Gemeinschaft bis 2020 vor und ein von allen Mitgliedsstaaten zu erreichendes verbindliches Mindestziel von 10% für den *Anteil von Biokraftstoffen* am Benzin- und Dieselmotorkraftstoffverbrauch bis 2020. Aus dem Grünbuch der

EU zur Energieversorgungssicherheit, KOM(2000)769 lassen sich Zielwerte von 7% bis 2015 ableiten. Für 2020 und 2030 sah die EU Ziele von 10% bzw. 25% vor (Europäische Kommission, 2006 und 2008b).

Im spezifischen Emissionsszenario Mobilität wurde der Anteil der Biotreibstoffe am gesamten Energiebedarf des Sektors Energie ab 2008 konstant gehalten, d.h. es wurde keine zusätzliche Erhöhung des Beimischungsanteils bis 2030 unterstellt. Für die Berechnung des Einsparungspotenzials für Salzburg wurde von einer erhöhten Beimischung in Anlehnung an die Trendprognose für Österreich des UBA und BMLFUW bis 2030 ausgegangen (Molitor et al., 2009) (siehe Tabelle 4-9).

Tabelle 4-9: Energetische Anteile für Biotreibstoffe am Verkauf in Österreich [%]

Energetischer Anteil am Verkauf in Österreich	2010	2015	2020	2030
Biodiesel und Pflanzenöl	7,04%	8,00%	10,00%	12,00%
Bioethanol	3,62%	6,50%	7,00%	13,00%

Quelle: Molitor et al. (2009)

4.2.8 Kombination der Handlungsoptionen und gewählte Parameterwerte

Da sich die einzelnen Handlungsoptionen gegenseitig beeinflussen und nicht addiert werden können, wurden diese auch in Kombination berechnet. Die Wirkungen der Handlungsoptionen sind im Vergleich zu einer isolierten Betrachtung insofern abgeschwächt, als etwa eine durch eine effiziente Raumordnung wegfallende Wegstrecke nicht mehr mit einem effizienteren Fahrzeug zurückgelegt werden kann. In der Ermittlung des Gesamtpotenzials wurde folgendermaßen vorgegangen (siehe Abbildung 4-11).

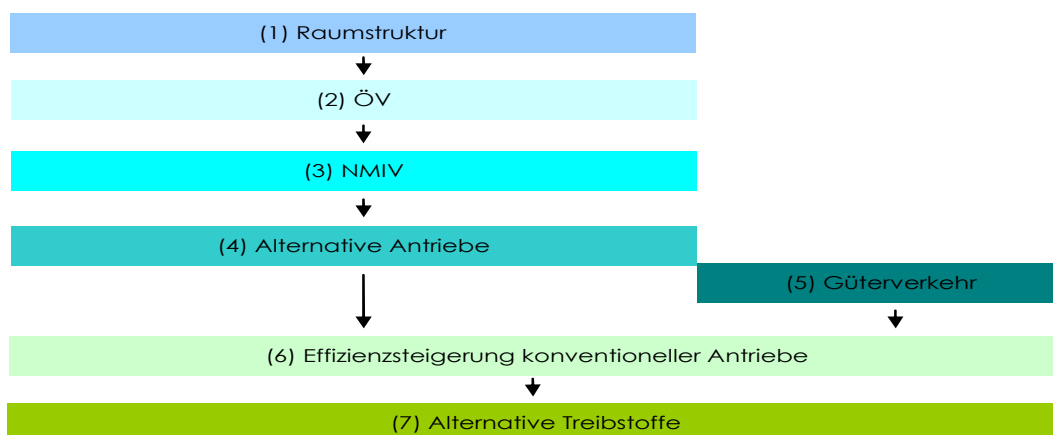


Abbildung 4-11: Abfolge der Kombination der Handlungsoptionen

Zunächst wurde die Wirkung der Raumstruktur auf die Verkehrs- und Fahrleistung und die sich daraus ergebenden Emissionseinsparungspotenziale berechnet. Diese Veränderung der Verkehrsgrößen war Ausgangspunkt für die Berechnung der Einsparpotenziale der nächsten Handlungsoption, Öffentlicher Verkehr. Nach dieser Vorgangsweise wurden in der Folge die Wirkungen auf die Verkehrs- und Emissionsgrößen des NMIV berechnet. Die um die vorangegangenen Handlungsoptionen reduzierte Fahrleistung floss in die Berechnung der

Reduktionspotenziale alternativer Antriebe (E-Fahrzeuge und Plug-in Hybrid Fahrzeuge) ein. Einsparungen durch Effizienzgewinne im Personen- und Güterverkehr (Handlungsoption Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe) wurden nach den Einsparungen durch den Einsatz alternativer Technologien und der Reduktion durch Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene berechnet. Die Menge an Kraftstoffen, die für die Bereitstellung der „übrig gebliebenen“ Mobilitätsdienstleistung aufgebracht werden muss, wird im letzten Schritt zu dem oben genannten Anteil durch Biotreibstoffe ersetzt.

4.2.9 Ergebnisse THG-Reduktionspotenziale Steiermark

Die für die Berechnung der Reduktionspotenziale gewählten Parameterwerte sind in Tabelle 4-10 dargestellt.

Tabelle 4-10: Parameterwerte für das Basisziel- und Innovationsziel- Szenario in der Steiermark

	Basiszielszenario	Innovationsziel-Szenario
Effiziente Raumstruktur	Anteil der Zuzüge, die in Gunstzellen ansiedeln : 205.000 Personen bis 2020 und 370.000 bis 2030, Veränderung der Verkehrsleistung dieser Personengruppe: -16 % MIV, +7 % ÖV	
Verbesserung des ÖV	Anteil des ÖV an der Verkehrsleistung wird von 18% (2005) angehoben bis 2030 um: + 2 %-Punkte (bis 2020) and + 6 %-Punkte (bis 2030)	2020: + 4 %-Punkte 2030: + 8 %-Punkte
Ausweitung des NMIV Anteils	Das theoretische Potenzial eines Umstiegs vom MIV auf den NMIV beträgt 277 Mio.Pkm bis 2030 (6% des MIV). Der Realisierungsgrad des Potenzials beträgt 2020: 60 % 2030: 80 %	2020: 80 % 2030: 100 %
Alternative Antriebe	Anteil an der Fahrzeugflotte 2030 (2020): E-Fahrzeuge: 7 % (4 %) PHEV: 14 % (2 %)	E-Fahrzeuge: 10 % (5 %) PHEV: 18 % (3 %)
Verlagerung des Straßengüterverkehrs	Veränderung der Verkehrsleistung (Tonnen-Kilometer, Tkm): Straße: -13% relativ zum Referenzszenario im Jahr 2015 und danach Bahn: +15 % relativ zum Referenzszenario im Jahr 2015 und danach	
Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe	Verbesserung der Emissionskoeffizienten [g CO ₂ e/Kfz-km] bis 2030 entsprechend den derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen (EU) : Pkw (Flottendurchschnitt): Diesel: von 170g (2005) zu 101g Benzin: von 199g (2005) zu 95g	LKW (Flottendurchschnitt): Diesel: Von 733g (2005) zu 701g Benzin (LNF): von 470g (2005) bis 453g
Biotreibstoffe	Erreichter Beimischungsanteil (gemessen am Energiegehalt): Biodiesel und Pflanzenöl 2015: 8 % 2020: 10 % 2030: 12 %	Bioethanol 2015: 6 % 2020: 7 % 2030: 13 %

Durch die der oben beschriebenen logischen Reihenfolge folgende Kombination der Wedges ergibt sich für das Innovationsziel-Szenario ein Emissionseinsparungspotenzial von 727 017 t CO₂e im Jahr 2020 (23% gegenüber dem Referenzwert für 2020 exklusive Strom) und von 1 320 605 t CO₂e im Jahr 2030 (40% gegenüber dem Referenzwert). Die Ergebnisse der kombinierten Berechnung sind in Tabelle 4-11 und Abbildung 4-12 und Tabelle 4-13 dargestellt.

Tabelle 4-11: THG-Emissionsreduktionspotenzial bei Kombination aller Wedges für das - Innovationszielszenario Steiermark (geg. Referenz)

Emissionen [t CO ₂ e/Jahr]	2020	2030
CO ₂ e Emissionen Verkehr (ohne Elektrizität) nach Einsparungen	2 168 726	1 596 026
CO ₂ e Emissionen Elektrizität	51 963	106 964
Emissionsreduktion *)		
Effiziente Raumstruktur	75 510	212 194
ÖV	103 880	185 154
NMIV	77 331	97 759
Alternative Antriebe	44 896	175 508
Güterverkehr	73 442	82 321
Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe	382 738	720 535
Alternative Treibstoffe	44 730	59 328
gesamt	727 017	1 320 605

*) inkl. Elektrizität

CO₂e- Emissionsreduktionspotenzial Verkehr

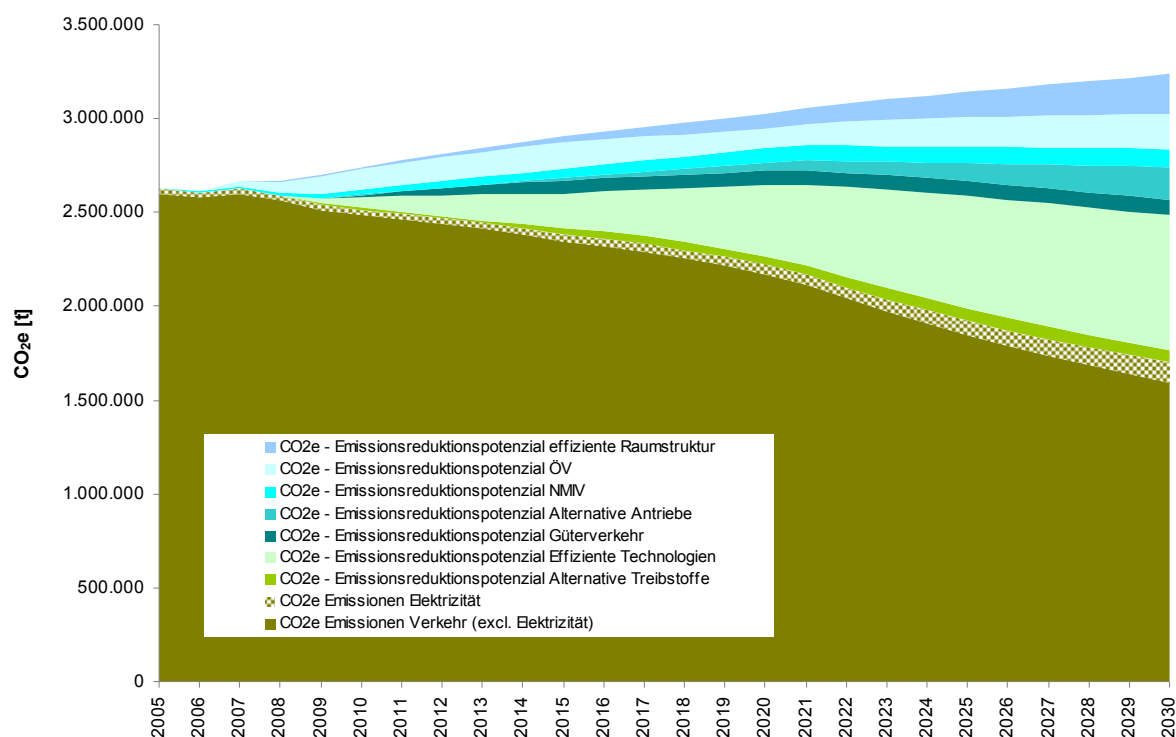


Abbildung 4-12: THG-Emissionsreduktionspotenziale im Zeitverlauf Steiermark

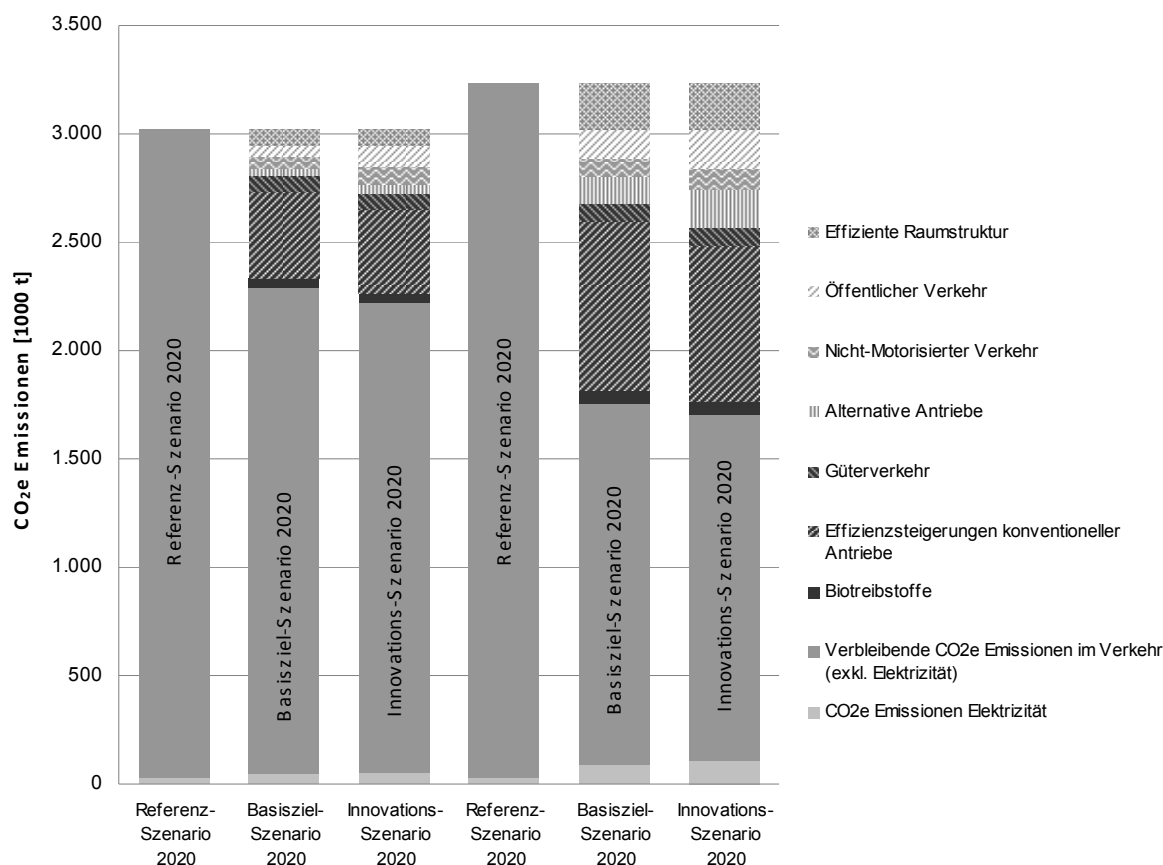


Abbildung 4-13: THG-Emissionsreduktionspotenziale gegenüber dem Referenzszenario 2020 und 2030

4.2.10 Ergebnisse THG-Reduktionspotenziale Salzburg

Für Salzburg wurden die Parametereinstellungen, die im Emissionskalkulationstool angenommen wurden, im Rahmen von sektorspezifischen Workshops diskutiert und abgestimmt. Diese Parametereinstellungen wurden nun für das THG-Zielszenario Salzburg verwendet und sind in Tabelle 4-12 dargestellt:

Tabelle 4-12: Parameterwerte-Salzburg

THG-Zielszenario Salzburg	
Effiziente Raumstruktur	Anteil der Zuzüge, die in Gunstzellen ansiedeln: 93.000 Personen bis 2020 und 167.000 bis 2030, Veränderung der Verkehrsleistung dieser Personengruppe: -16 % MIV, +7 % ÖV
Ausbau des ÖV	Anteil des ÖV an der Verkehrsleistung wird von 19% (2005) angehoben um: + 4 %-Punkte (bis 2020) und + 8 %-Punkte (bis 2030)
Ausweitung des NMIV Anteils	Das theoretische Potenzial eines Umstiegs vom MIV auf den NMIV beträgt 277 Mio. Pkm bis 2030 (Anteil des NMIV am PV relativ zur Referenz erhöht sich um 3,6 %-Punkte). Der Realisierungsgrad des Potenzials beträgt 2020: 80 % 2030:100 %
Alternative Antriebe	Anteil an der Fahrzeugflotte 2030 (2020): E-Fahrzeuge: 10% (3%) PHEV: 18% (5%)
Verlagerung des Straßengüterverkehrs	Veränderung der Verkehrsleistung (Tonnen-Kilometer, Tkm): Straße: -13% relativ zum Referenzszenario im Jahr 2015 und danach Bahn: +15 % relativ zum Referenzszenario im Jahr 2015 und danach
Effizienzsteigerung konventioneller Antriebe	Verbesserung der Emissionskoeffizienten [g CO ₂ e/Kfz-km] bis 2030 entsprechend den derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen (EU) : Pkw (Flottendurchschnitt): LKW (Flottendurchschnitt): Diesel: von 169g (2005) zu 98g Diesel: von 724g (2005) zu 662g Benzin: von 195g (2005) zu 93g Benzin (LNF): von 470g (2005) bis 453g
Biotreibstoffe	Erreichter Beimischungsanteil (gemessen am Energiegehalt): Biodiesel und Pflanzenöl Bioethanol 2015: 8 % 2015: 6 % 2020: 10 % 2020: 7 % 2030: 12 % 2030: 13 %

Bei Kombination aller Wedges ergibt sich ein THG-Einsparungspotenzial von 350.000t CO₂e im Jahr 2020 und 650.000t CO₂e im Jahr 2030 im Bereich Mobilität. Dies entspricht einer Reduktion von -18% der THG Emissionen im Jahr 2020 und -36% im Jahr 2030 gegenüber 2005 im Verkehr. Die Einsparungspotenziale für die einzelnen Wedges sind in Tabelle 4-13 dargestellt.

Tabelle 4-13: THG-Emissionsreduktionspotenzial bei Kombination aller Wedges für das THG-Zielszenario Salzburg (geg. Referenzszenario)

THG-Emissionen [t CO ₂ e]	2005	2020	2030
CO ₂ e Emissionen Verkehr (exkl. Elektrizität)	1.177.481	970.900	747.891
CO ₂ e Emissionen Elektrizität	8.865	12.926	19.771
THG-Emissionsreduktionspotenzial gesamt:		-358.819	-675.554
<i>Alternative Treibstoffe</i>		-43.265	-59.551
<i>Emissionsarme konventionelle Fahrzeuge</i>		-154.327	-301.835
<i>Güterverkehr</i>		-48.283	-54.176
<i>Alternative Antriebe</i>		-21.255	-83.393
<i>NMIV</i>		-31.635	-39.930
<i>ÖV</i>		-39.582	-79.229
<i>Effiziente Raumstruktur</i>		-20.473	-57.440

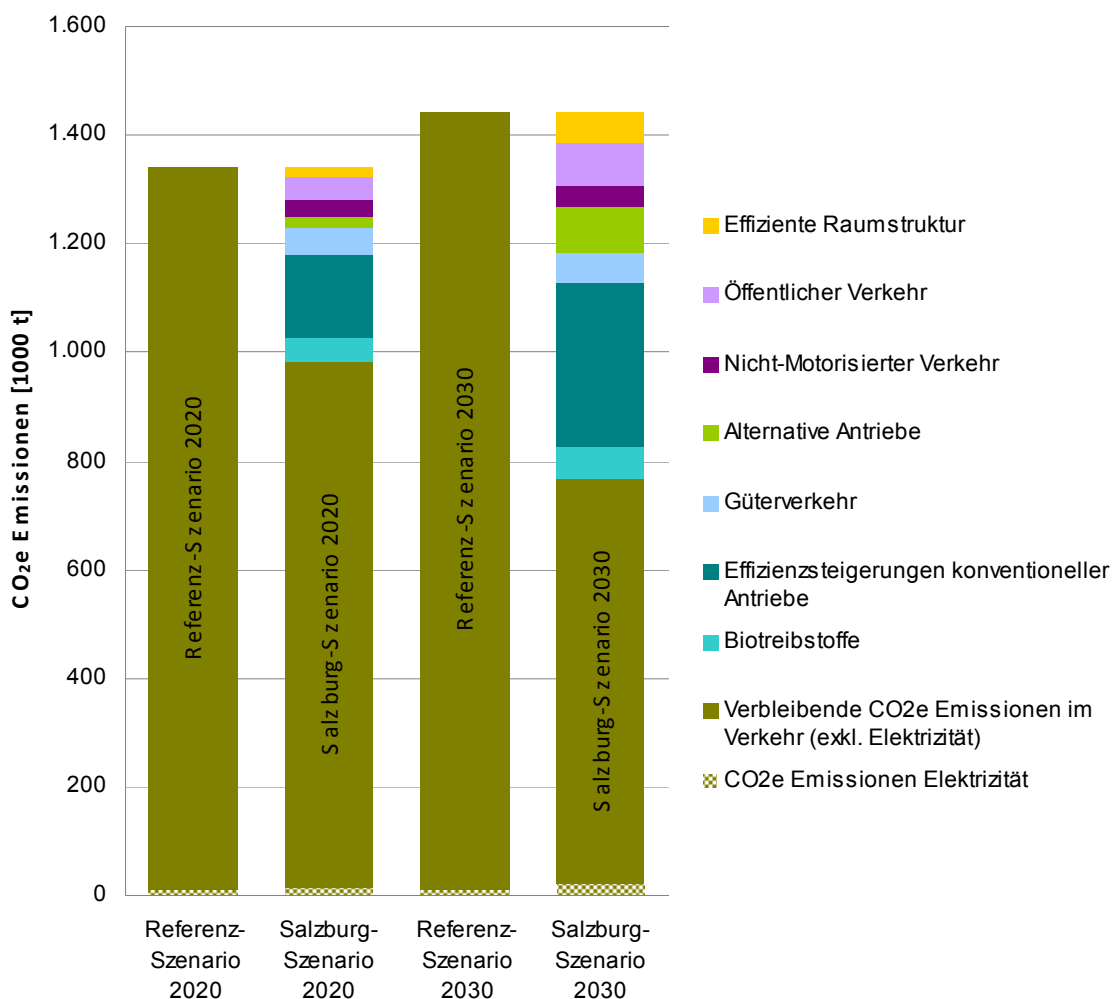


Abbildung 4-14: THG-Emissionsreduktionspotenzial gegenüber dem Referenzszenario 2020 und 2030

Ein weiteres THG-Reduktionspotenzial ergibt sich aus der Berücksichtigung des geschätzten Treibstoffexports im Tank. Dabei handelt es sich um den in Salzburg getankten aber woanders verfahrenen Treibstoff, der allerdings sowohl innerhalb der Energiebilanzen als auch der THG-Bilanz dem Bundesland angerechnet wird. Dieser Anteil kann innerhalb des Emissionskalkulationstools, das auf den in Salzburg gefahrenen Kilometern basiert, nicht dargestellt werden. Maßnahmen zu einer Angleichung des Preisniveaus der Treibstoffe zwischen Österreich und den Nachbarländern (wie die Anhebung der MöSt) liegen zwar in Bundeskompetenz und können im Rahmen einer regionalen Klimaschutzstrategie nicht in ein Maßnahmenpaket aufgenommen werden, es wurde aber bereits darauf hingewiesen, dass sich im Klimaschutz nationale und regionale Maßnahmen gegenseitig unterstützen und deren Kosten und Nutzen gegenübergestellt werden sollten. Für Salzburg ergibt sich basierend auf dem Emissionskalkulationstool ein Treibstoffexport im Tank für 2008 mit einem Äquivalent von 255.000 t CO₂e. Bei Durchführung einer Bundesmaßnahme zur Reduktion des Treibstoffexports im Tank (hier angenommen: Elimination) ergibt sich eine weitere Reduktion der THG-Emissionen im Bereich Mobilität in dem berechneten Ausmaß und trägt damit zur Zielerreichung des Bundeslandes bei. Der in der BLI (Anderl et al., 2010) berechnete Wert für Kraftstoffexport in Salzburg liegt höher. Die Wirkung der

Bundesmaßnahme wurde somit hier sehr vorsichtig geschätzt und ist bei der Aggregation der Einsparungspotenziale aller Sektoren und der Kontrolle der Erreichung des THG-Ziels für Salzburg mitberücksichtigt (siehe Abschnitt 4.7).

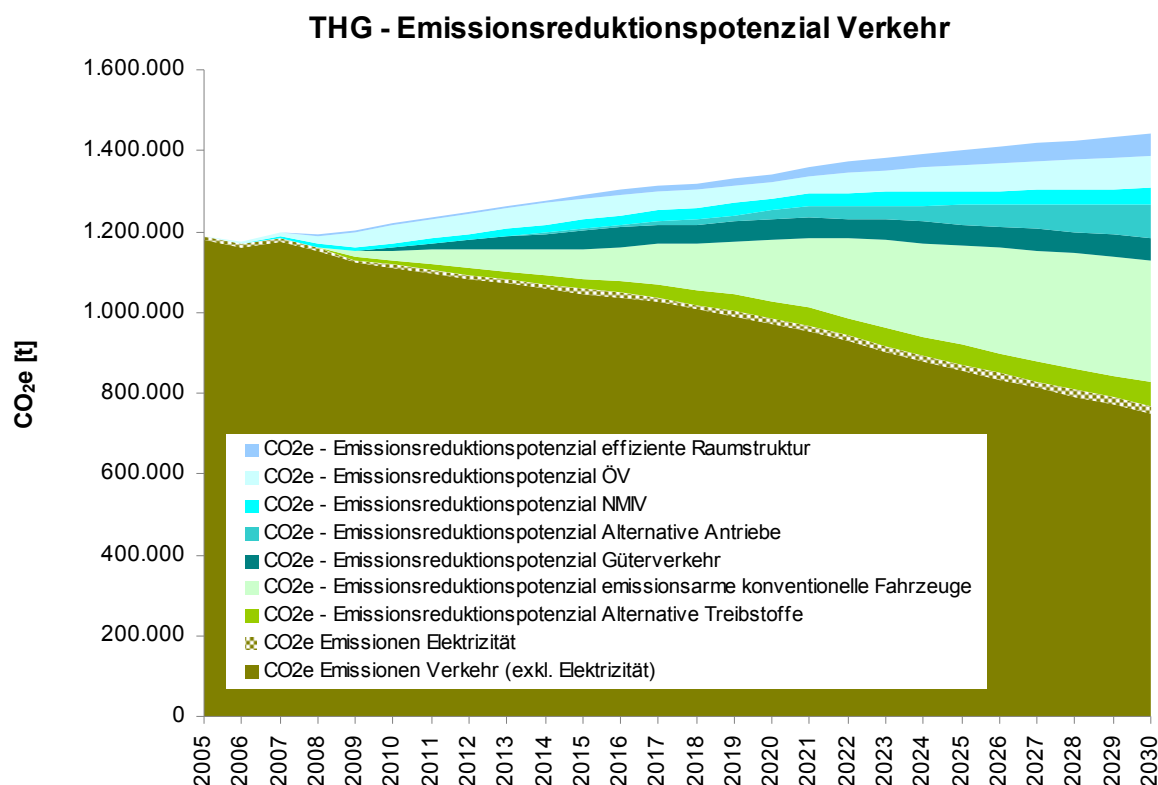


Abbildung 4-15: THG-Emissionsreduktionspotenziale im Zeitverlauf Salzburg

4.2.11 Schlussfolgerungen für Mobilität

Zentral ist bei der Gestaltung der Prioritätensetzung zu den Maßnahmen die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte logische Abfolge einzuhalten, die zunächst dabei ansetzt, redundante Mobilitätsdienstleistung zu vermeiden (etwa durch effiziente Raumstruktur), dann die verbleibende Verkehrsnachfrage auf möglichst emissionsarme Verkehrsmittel verteilt (Umstieg auf den ÖV und den NMIV) und zuletzt auf den Umstieg auf alternative Fahrzeuge und Treibstoffe abzielt.

Die Berechnungen im Bereich Mobilität haben gezeigt, dass die Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 für Emissionsgrenzwerte neu zugelassener Pkw maßgeblich zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen kann. Inwiefern diese Umsetzung gelingen wird bzw. ob Strafen bei Nichteinhaltung adäquat ausgerichtet sind, wird sich in Zukunft zeigen. Auf Bundeslandebene können Maßnahmen ergriffen werden, die die Umsetzung der Richtlinie unterstützen. Etwa kann sich das Bundesland im eigenen Wirkungsbereich verpflichten, beim Ankauf neuer Fahrzeuge jeweils die beste Emissionsklasse zu wählen. Neben konventionellen Fahrzeugen ist dabei die Anschaffung von E-Fahrzeugen bzw. mit Biogas betriebenen Fahrzeugen zu prüfen.

4.3 Landwirtschaft

Die Landwirtschaft wird in den nächsten Jahrzehnten stärker als andere Sektoren von den direkten Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein und daher zahlreiche Anpassungen vornehmen müssen. Sei es durch den Einsatz neuer Kulturarten im Pflanzenbau, welche bessere Trockenheits- und Hitzeresistenzen aufweisen, durch Boden bzw. Wasser schonende Bewirtschaftungsmethoden oder in ihrem Umgang mit Extremwetterereignissen. Dies stellt eine große Herausforderung für die Forschung, Politik, die zuständigen Institutionen und im Speziellen die Landwirte dar. Zudem gilt es auch, die wesentlichen Potenziale in der Landwirtschaft zur Reduzierung ihrer THG-Emissionen auszuloten und zu realisieren. Die Hauptbereiche dafür sind: effizienter Einsatz von Stickstoffdünger, schonende Methoden zur Bodenbearbeitung, Reduktion der tierbestandsabhängigen Emissionen, Landnutzungsänderung (beispielsweise weist Grünland wesentlich geringere THG-Emissionen auf als Ackerland) und verbessertes Wirtschaftsdüngermanagement bei Lagerung und Ausbringung. Darüber hinaus können auch die ökologische Landwirtschaft und die Stärkung von regionalen Vermarktungsinitiativen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Die Forstwirtschaft stellt gerade in der Steiermark (61,1% der Fläche der steirischen Landesfläche sind mit Wald bedeckt; Land Steiermark 2008) ein Potenzial für den Klimaschutz in mehreren Dimensionen dar. Zum einen stehen derzeit noch ungenützte Mengen nachwachsender Rohstoffe für den Einsatz als erneuerbare Energieträger zur Verfügung. Auf diesen Aspekt gehen – wie auch für die diesbezüglichen agrarischen Potenziale – die Erläuterungen zum Klimaschutzplan im Teil 6 Energiebereitstellung ein. Zum anderen bieten forstwirtschaftliche Rohstoffe aber auch die Möglichkeit als materieller Rohstoff ein nachhaltiger Ersatz für bisher kohlenstoffintensiv hergestellte Einsatzstoffe zu sein. Etwa gilt es im Bereich der Gebäude nicht nur die im Betrieb der Gebäude verursachten THG-Emissionen zu senken bzw. überhaupt zu eliminieren, sondern langfristig auch, die THG-Emissionen in der Herstellung der Baustoffe selbst zu verringern bzw. zu eliminieren. Holz als Baustoff kann hier Stahl, Beton, Ziegel, Zement ganz oder teilweise ersetzen. Bereits jetzt gibt es in Österreich in sonst keiner Region eine solche große Dichte etwa an Fertighausherstellern, die auf Basis von Holzkonstruktionen arbeiten. Ähnlich gibt es Möglichkeiten in anderen Anwendungen, wie z.B. in der Herstellung und Gestaltung von Möbeln. Dieser Aspekt wird im vorliegenden Band der Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark kurz angesprochen. Zum Dritten gilt es auch in der Forstwirtschaft den Produktionsprozess selbst so weit als möglich THG-frei zu gestalten.

4.3.1 Steiermark

Die Landwirtschaft war im Jahr 2007 mit 1.363 kt CO₂e für 9,6% der steirischen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich (Umweltbundesamt, 2009b). Wie in Abbildung 4-16

dargestellt, stammen davon wiederum 748 kt CO₂e aus CH₄ Emissionen und 615 kt CO₂e aus N₂O Emissionen¹ (Anderl et al., 2009).

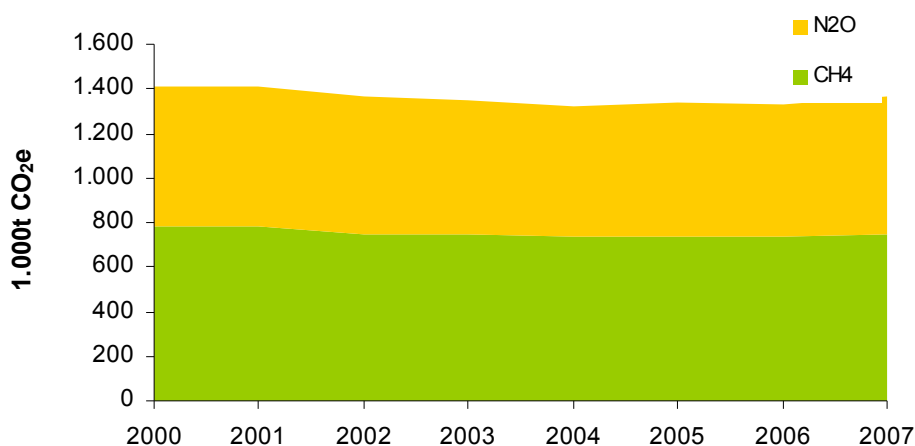


Abbildung 4-16: THG-Emissionen der steirischen Landwirtschaft 2000 - 2007 [kt CO₂e]

Quelle: Anderl et al. (2009b)

Die wichtigsten Quellen landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen im Jahr 2007 stellen mit einem Anteil von 55% die direkten verdauungsbedingten CH₄-Emissionen aus der Viehhaltung, sowie die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement dar, welche kausal von den Tierbestandszahlen abhängig sind (vergleiche Tabelle 4-14).

Die zweite wichtige Quelle für landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen stellen die N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement sowie der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden dar. Sie repräsentieren im Jahr 2007 knapp 45% der landwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen. In den Bereich Bodenbewirtschaftung fallen die Düngung mit organischem Stickstoffdünger, die chemische Stickstoffdüngung sowie sonstige direkte und indirekte Emissionen aus der Bodenbewirtschaftung, wie etwa Stickstoffauswaschung, Stickstoff fixierende Pflanzen (Leguminosen), Ernterückstände, Ausbringung von Klärschlamm, atmosphärische Deposition von Stickstoff und Gülle von Weidetieren.

Tabelle 4-14: Entwicklung des steirischen Viehbestandes 1970 – 2008

Jahr	Rinder gesamt	Schweine	Schafe	Ziegen
1970	461.074	613.415	16.017	6.795
1980	454.640	817.338	27.032	4.212
1990	444.522	960.992	51.251	5.299
2000	363.341	867.757	58.237	7.782
2008	337.420	835.944	52.722	6.668

Quelle: Statistik Austria und Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (2009)

Für die zukünftige Entwicklung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen erweisen sich die Entwicklung der Tierbestände (vor allem die Rinderzahlen), die damit

¹ Global Warming Potential (GWP) relativ zu CO₂ von 21 für CH₄ und 310 für N₂O (Anderl et al., 2009)

einhergehenden Wirtschaftsdüngermengen, sowie die Art und Weise der Bodenbewirtschaftung (hauptsächlich der Einsatz an organischem und mineralischem Stickstoffdünger) als kritische Einflussfaktoren. Im Folgenden werden die erwarteten Entwicklungstendenzen für diese Faktoren kurz zusammengefasst und auf ein modellhaftes Emissionsszenario für die steirische Landwirtschaft umgelegt.

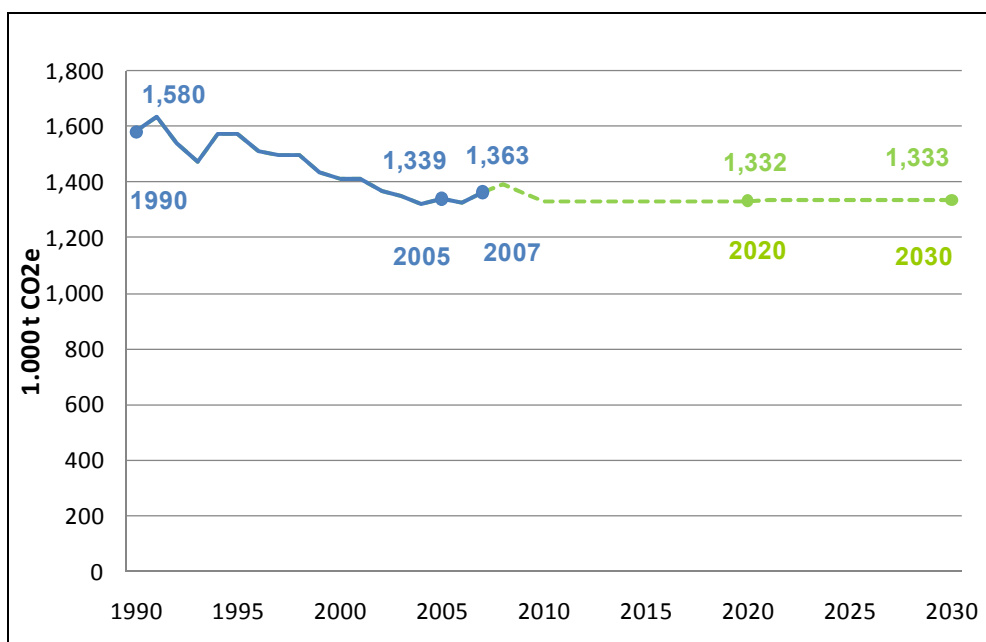


Abbildung 4-17: Spezifisches Referenzszenario Landwirtschaft (Steiermark)

Aufbauend auf der Entwicklung dieser Haupteinflussfaktoren (basierend auf Amon und Hörtenhuber, 2010) und den in der Bundesländer-Luftschadstoff-Inventur (Anderl et al, 2009) veröffentlichten Mengen an emittierten Treibhausgasen, wurde für den Landwirtschaftssektor in der Steiermark ein Emissionsszenario 2030 erstellt (vgl. Abbildung 4-17). Als Ausgangswert wurden die Emissionen des Jahres 2007 verwendet, mit Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in der Steiermark von 1.363 kt CO₂e.

Aus Abbildung 4-17 wird deutlich, dass unter den angenommen Szenario-Rahmenbedingungen die Treibhausgas-Emissionen der steirischen Landwirtschaft in den kommenden Jahren leicht zurück gehen werden und sich danach auf ein etwas geringeres Niveau als 2007 einpendeln werden, nämlich im Jahr 2030 auf etwa 1.333 kt CO₂e. Diese Entwicklungstendenzen sind im Wesentlichen auf konstant sinkende CH₄- und N₂O-Emissionen aus den Emissionsbereichen Verdauung und Wirtschaftsdüngermanagement zurückzuführen, die wiederum auf sinkenden Tierbestandszahlen bis 2030 basieren. Die sinkende Tendenz im Bereich der Verdauungs- und Wirtschaftsdüngermanagement bedingten CH₄-Emissionen und der durch den Einsatz von organischem Stickstoffdünger initiierten N₂O-Emissionen kann auch von den jeweils steigenden Emissionsfaktoren pro Nutztier nicht konterkariert werden. Der steigende Emissionsfaktor je Nutztier ergibt sich aus Leistungssteigerungen insbesondere bei Milchkühen. Der leicht fallenden Tendenz stehen andererseits leicht steigende direkte und indirekte N₂O-Emissionen aus der Bodenbewirtschaftung gegenüber, die auf einen vermehrten Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger zurückzuführen sind.

Zusammenfassend lässt sich somit für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen der steirischen Landwirtschaft festhalten, dass die prognostizierten Mengenänderungen der Tierbestände sowie der Einsatz von chemischem Stickstoffdünger die treibenden Faktoren für die stagnierende Tendenz des Emissionspfades darstellen.

Abbildung 4-18 zeigt eine mögliche Entwicklung der THG-Emissionen im Sektor Landwirtschaft für die Jahre 2020 und 2030 und stellt dieses dem Basisjahr 2005 gegenüber. Die Emissionsreduktionen in diesem Treibhausgasreduktionsszenario für die steirische Landwirtschaft lassen sich auf unterschiedliche Faktoren zurückführen.

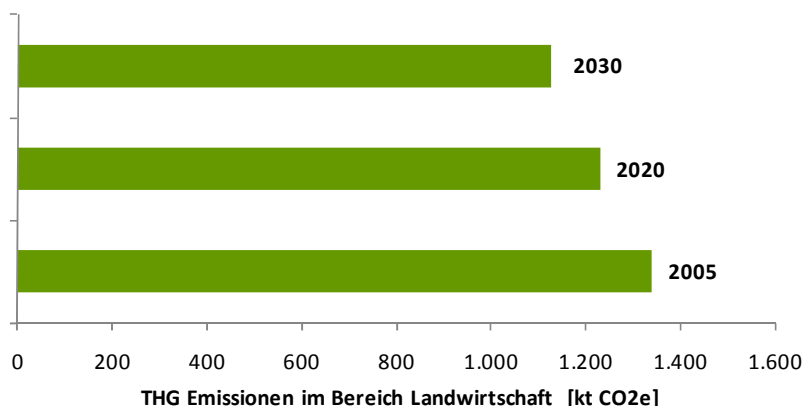


Abbildung 4-18: Treibhausgasreduktionsszenario für die Steiermark im Bereich Landwirtschaft

Zunächst basiert die Berechnung dieses Szenarios auf einer Viehbestandsprognose der steirischen Landwirtschaftskammer, die als Basis für den Klimaschutzplan Steiermark übermittelt wurde, welche vor allem der Entwicklung der Rinderzahlen einen deutlich sinkenden Trend unterstellt (vgl. Tabelle 4-14). Da Rinder die höchsten Emissionsfaktoren aufweisen, spielt vor allem deren zukünftige Bestandsentwicklung eine gravierende Rolle. Für den Rinderbestand wird eine Abnahme in Höhe von 10% pro Dekade prognostiziert und somit in etwa eine Fortschreibung der Tendenzen der letzten Jahrzehnte, gleichmäßig aufgeteilt auf den Milchkuhbestand sowie den Bestand anderer Rinder (Statistik Austria und BA für Agrarwirtschaft, 2009). Durch den Zuchtfortschritt, eine verbesserte Grundfutterqualität und eine leistungsbezogene Kraftfutterzuteilung steigt jedoch, wie zuvor erwähnt, die Leistung der Milchkühe an. Dies führt wiederum zu höheren enterogenen CH₄-Emissionen pro Kuh, sowie auch zu höheren CH₄- und N₂O-Emissionen im Rahmen des Wirtschaftsdüngermanagements, weshalb nicht von einer direkt proportionalen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen ausgegangen werden darf. Daher muss in die Berechnung des Emissionspfades der Nutztierhaltung auch eine Änderung der spezifischen Emissionskoeffizienten mit einbezogen werden, welche wiederum auf Berechnungen von Amon und Hörtenhuber (2010) beruhen. Dennoch weist dieses Szenario in Summe ein Sinken der Treibhausgasemissionen durch stark abnehmende Rinderbestände auf.

4.3.2 Salzburg

Die Berechnung der THG-Emissionen von Prozessen im Sektor „Landwirtschaft“ beinhalten die Emissionen von Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Im Bundesland Salzburg sind im

Wesentlichen folgende THG-Emissionen von Bedeutung: CH₄ aus der enterogenen Fermentation und von Wirtschaftsdüngern von Rindern und N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement von Rindern und von landwirtschaftlich genutzten Böden. Emissionen der THG werden gemäß den Vorgaben des IPCC (1997, 2000) berechnet. Amon & Hörtenhuber (2010) überarbeiteten das österreichische Inventar im Jahr 2010. Sie verwendeten so weit als möglich Österreich spezifische Emissionsfaktoren und berechneten Emissionen mit Daten zu Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement, die durch eine repräsentative Befragung landwirtschaftlicher Betriebe ermittelt worden waren („TIHALO“, Amon et al. 2007). Die Umfrage „TIHALO“ unterschied Österreich in drei NUTS-1-Regionen: Ostösterreich (Bgl., NÖ, Wien), Südösterreich (Ktn., Stmk.), Westösterreich (OÖ, Sbg., Tirol, Vbg.). Für die hier vorgestellten Abschätzungen für das Bundesland Salzburg wurden die TIHALO-Ergebnisse für Westösterreich heran gezogen.

Für die Berechnung der Emissionen wurden die Rinderzahlen aus dem Jahr 2008 (Grüner Bericht; BMLFUW 2009²) und die Prognosen des Umweltbundesamtes für die Jahre 2020 und 2030 herangezogen (Tabelle 4-15 und Tabelle 4-16, Anderl et al. 2011). Die Prognose zur Entwicklung der Tierzahlen ist nur für Gesamtösterreich vorhanden. Die Rinderzahlen nehmen laut Prognose bis 2020 leicht zu. Danach zeigt sich wieder ein leichter Rückgang bis zum Jahr 2030. Für das Jahr 2030 werden vom Umweltbundesamt etwas höhere Rinderzahlen als im Jahr 2008 prognostiziert.

Die Aufteilung der Gesamtanzahl an Schweinen (Tabelle 4-15) in Zuchtschweine (inkl. Eber) und Mastschweine erfolgte nach Schlüssel für Gesamtösterreich. Schweine spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle für THG-Emissionen in Salzburg. Auch der Beitrag von Schafen und Ziegen in Salzburg ist sehr gering. Deshalb berücksichtigt diese Studie nur THG-Emissionen aus der Rinderhaltung und mögliche Minderungsmaßnahmen. Etwa 95% des Stickstoffanfalls von Wirtschaftsdüngern stammt in Salzburg von Rindern.

Tabelle 4-15: Tierzahlen für Salzburg im Basisjahr 2008 und in den Prognosejahren 2020 und 2030

Jahr	Milchkühe	Mutterkühe	Rinder 1-2 Jahre	Rinder <1 Jahre	Rinder >2 Jahre	Zucht- sauen	Mast- schweine
2008	58.278	20.880	27.575	41.238	16.312	871	5.917
2020	60.418	20.237	27.993	42.706	16.187	835	5.544
2030	59.789	20.676	27.836	42.027	16.211	802	5.231

Anmerkung: Basis der Prognose: Anderl et al. (2011); DI Stadlbauer und die Ikl-Salzburg teilen die Prognose des UBA nicht, sondern gehen von stagnierenden Milchkuhzahlen aus.

Für das Basisjahr 2008 wurde die durchschnittliche Milchleistung in Salzburg analog zu einer Berechnung der Landwirtschaftskammer für 2011 aus Gesamt-Milchaufkommen und der Anzahl an Milchkühen berechnet, da in der Literatur vorliegende Angaben zu Milchleistungen nur für Betriebe mit Leistungskontrolle vorliegen (siehe z.B. Grüner Bericht, BMLFUW 2009), diese aber nicht alle Betriebe in Salzburg abbilden. Für die Prognosen zur

² www.gruenerbericht.at

Milchleistungsentwicklung bei Milchkühen wurde die Entwicklung für Gesamtösterreich auch für Salzburg verwendet (Tabelle 4-12).

Tabelle 4-16: Milchleistungen (Liter pro Kopf und Jahr) für Milch- und Mutterkühe in Salzburg im Basisjahr 2008 und für Prognosejahre 2020 und 2030

Jahr	Milchkühe	Mutterkühe
2008	5.023	3.500
2020	5.977	3.500
2030	6.766	3.500

Quelle: Anderl et al. (2011)

Parameter zu Haltungssystemen (inklusive Anteilen der Jahreszeit auf der Weide oder im Auslauf) wurden für alle Rinderkategorien getrennt ermittelt und sind teilweise im Kapitel „Minderungsmaßnahmen“ in den Tabelle 4-23 bis Tabelle 4-25 abgebildet. Generell wurden für jede Tierkategorie Verteilungen in sechs unterschiedlichen Stallhaltungssystemen berücksichtigt: (Anbindehaltung-Festmist, Anbindehaltung-Gülle, Laufstall-Gülle, Laufstall-Jauche/Mist, Tieflaufstall, Tretmiststall) und mit jeweiligen Emissionsfaktoren bewertet. Dazu wurden auch verschiedene Möglichkeiten der Wirtschaftsdüngerlagerung und ihre Auswirkung hinsichtlich Klimarelevanz inkludiert: Güllegrubenabdeckungen (mit den Optionen „nicht abgedeckt“, „fest abgedeckt“, „mit Stroh abgedeckt“, „Schwimmschicht“ und „Folie“) sowie Anteile von Güllebelüftung, Kompostierung und bodennaher Gülleausbringung (Schleppschlauch, Schleppschuh, Gülleinjektor, anderes Verfahren).

N₂O-Emissionen von Böden (direkt und indirekt) wurden gemäß der Flächenverteilungen in Salzburg (Stickstoff durch Leguminosenfixierung oder von Ernterückständen), resultierenden Stickstoffmengen und -emissionen aus der Tierhaltung sowie Handelsdüngerabsatz für Salzburg (AMA und BMLFUW, 2011) berechnet.

4.3.3 THG-Emissionen für Salzburg ohne Minderungsmaßnahmen

Dieses Kapitel zeigt die THG-Emissionen aus der Landwirtschaft Salzburgs im Jahr 2008 und Prognosen für 2020 und 2030. Für die Berechnung der Prognosen wurde der bisherige Trend fortgeführt. Minderungsmaßnahmen sind noch nicht berücksichtigt (Tabelle 4-17, Tabelle 4-18, Tabelle 4-19, Tabelle 4-20 und Abbildung 4-19). Die dargestellten Werte berücksichtigen noch keine geänderte Verteilung von Haltungssystemen oder Anteilen der Jahreszeit auf der Weide und im Stall. Alle Ergebnisse in diesem Kapitel nehmen somit für die Tierhaltung nur auf eine Veränderung von Rinderzahlen und Milchleistungen wie in der Prognose des Umweltbundesamtes Bezug (Anderl et al., 2011c).

Die Emissionen aus der Tierhaltung werden in folgende Kategorien eingeteilt:

- 4.A Enterogene Fermentation (Methanemissionen, CH₄)
- 4.B Methanemissionen (CH₄) von Wirtschaftsdüngersystemen
- 4.B Lachgasemissionen (N₂O) von Wirtschaftsdüngersystemen

In Tabelle 4-21 und Abbildung 4-20 werden auch Emissionen der 4. Kategorie 4.D (Emissionen des Bodens; mit einer Reihe von Subkategorien) berichtet. Die gesamten

Emissionen des Bodens werden zwar in und ab Tabelle 4-21 und Abbildung 4-20 (mit-) betrachtet, jedoch nur für Stickstoff aus dem Wirtschaftsdünger mit den Änderungen der Prognosejahre und Reduktionsszenarien variiert. Andere Stickstoffquellen wie aus Mineraldüngemitteln spielen in der Landwirtschaft Salzburgs kaum eine Rolle³, und werden daher durchgängig zwar als „fixer Sockel“ mitbewertet, allerdings nicht „variierend“ in die Prognose- und Minderungsszenarienrechnung mit aufgenommen.

Die Berechnung der CH₄-Emissionen aus der enterogenen Fermentation berücksichtigen unterschiedliche Futteraufnahmen und Rationen, die Unterteilungen in Zucht- und Masttiere sowie biologische und konventionelle Haltung (Tabelle 4-17).

Tabelle 4-17: Emissionen (kg CH₄) der Rinderhaltung der Kategorie 4.A – Enterogene Fermentation im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030.

Jahr	Milchkühe	Mutterkühe	Rinder 1-2 Jahre	Rinder <1 Jahre	Rinder >2 Jahre
2008	6.174.887	1.992.997	1.732.794	1.275.903	1.038.553
2020	6.937.515	1.931.656	1.756.181	1.307.341	1.019.072
2030	7.301.808	1.973.522	1.748.201	1.295.604	1.026.891

Im Bereich „CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement“ wird der Anteil an Volatile Solids in den Exkrementen bei den verschiedenen Rinderkategorien (Milchkuh, Mutterkuh, Mastrinder, sonstige Rinder) gemäß jeweiliger Leistungen mit Differenzierung von biologisch und konventionell gehaltenen Tieren berücksichtigt. Ebenfalls wurden (Zeit-) Anteile der Tiere in Fest- und Flüssigmistsystemen, Weide oder Auslauf in Salzburg (Westösterreich) sowie der Füllstand der Flüssigmistgruben im Jahresverlauf in die Berechnungen integriert (Tabelle 4-18).

Tabelle 4-18: Emissionen (kg CH₄) der Rinderhaltung der Kategorie 4.B – Methanemissionen (CH₄) von Wirtschaftsdüngersystemen im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030:

Jahr	Milchkühe	Andere Rinder ausgenommen Milchkühe
2008	508.234	433.176
2020	540.143	430.323
2030	550.250	433.168

Auch bei der Berechnung der Lachgasemissionen wurden detaillierte Daten berücksichtigt: Stickstoffausscheidung der verschiedenen Rinderkategorien nach jeweiligen Durchschnittsleistungen, Fest- und Flüssigmistsysteme, Anteile Weidehaltung und Auslauf (Tabelle 4-19).

Tabelle 4-19: Emissionen (kg N₂O) der Rinderhaltung der Kategorie 4.B – Lachgasemissionen (N₂O) von Wirtschaftsdüngersystemen im Basisjahr 2008 und für die Prognosejahre 2020 und 2030:

³ Lediglich 0,8 % des in Österreich eingesetzten Stickstoff-Mineraldüngers werden auf Flächen in Salzburg ausgebracht bzw. in Salzburg abgesetzt (AMA und BMLFUW, 2011).

Jahr	Milchkühe	Andere Rinder ausgenommen Milchkühe
2008	102.591	97.366
2020	116.766	96.996
2030	124.071	97.449

Tabelle 4-20 und Abbildung 4-19 zeigen zusammenfassend die Entwicklung der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft Salzburgs ohne zusätzliche Minderungsmaßnahmen. Bewertet wurden das Basisjahr 2008 sowie Prognosen für 2020 und 2030 mit gleichbleibender Verteilung der Haltungssysteme aber geänderten Tierzahlen und steigender Milchleistung. Ohne Maßnahmen steigen die Emissionen von 2008 auf 2020 und weiter auf 2030 an. Dies liegt an der steigenden Anzahl von Rindern und an der steigenden Milchleistung pro Kuh. Trotz eines Rückgangs der Rinderzahlen von 2020 auf 2030 steigen die Emissionen weiter an, vor allem, weil für Milchkühe eine weitere deutliche Milchleistungssteigerung prognostiziert wird.

Pro Kopf ergeben sich aus den Berechnungen Emissionen für ein durchschnittliches Rind (über alle Kategorien) in Salzburg in der Höhe von 2.059 kg CO₂e (2008) bis 2.219 (2030) für die Tierhaltung im Sektor Landwirtschaft (ohne CO₂-Emissionen von Treibstoffen oder Energiebereitstellung, etc.). Im österreichischen Durchschnitt für 2008 weist der vergleichbare Wert pro durchschnittlichem Rind 2.299 kg CO₂e auf (Berechnungen auf Basis des nationalen Inventarberichts zu Treibhausgasemissionen; Anderl et al., 2010).

Tabelle 4-20: Zusammenfassung der Tierhaltungsemissionen im Sektor Landwirtschaft der Rinderhaltung in Salzburg (in t CO₂e) am Beispiel der Milchkühe und aller anderen Rinder zusammen

Jahr	Milchkühe	Andere Rinder ausgenommen Milchkühe
2008	172.149	166.125
2020	193.228	165.405
2030	203.355	166.234

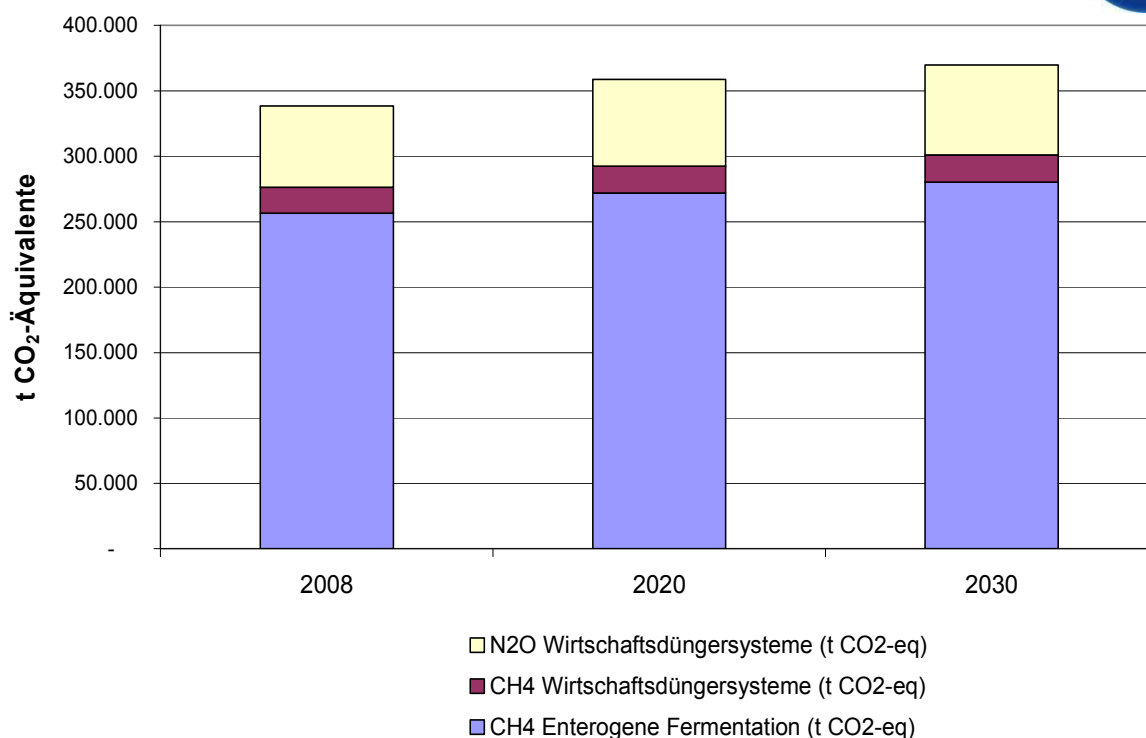


Abbildung 4-19: Tierhaltungsemissionen im Sektor Landwirtschaft – Rinderhaltung in Salzburg (in t CO₂-Äquivalenten).

Neben den CH₄- und N₂O-Emissionen aus der Tierhaltung werden auch N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden im Inventar berichtet. N₂O-Emissionen aus Böden entstehen als Folge von Futtermittelproduktion und Wirtschaftsdüngerausbringung, daneben aber auch aus der Produktion von Gemüse- oder Ackerkulturen, die nicht für die Tierhaltung, sondern direkt für die Humanernährung eingesetzt werden. Landwirtschaftliche Nutzflächen für Gemüseproduktion und Ackerbau haben für Salzburg jedoch kaum Relevanz. Für die N₂O-Bodenemissionen wurden sowohl direkte als auch indirekte Emissionen von Weideflächen, Wirtschaftsdüngern, Stickstoff-Mineraldüngeranwendung (nach AMA und BMLFUW, 2011) sowie Leguminosen-Stickstofffixierung und Ernterückständen eingerechnet. Klärschlamm wurde nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-21 und Abbildung 4-20 zeigen neben den bereits oben dargestellten direkten Emissionen der Tierhaltung zusätzlich auch die bodenbürtigen (direkten) und davon indirekt resultierende N₂O-Emissionen, die in Salzburg aufgrund geringer Anteile von Acker- oder Gemüsebauflächen fast ausschließlich der (Rinder-) Tierhaltung (und Grünland) zuzuordnen sind.

Tabelle 4-21: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N₂O-Emissionen aus Böden) (t CO₂e)

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschafts-dünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	272.256,5 (106%)	86.646,1 (106%)	111.272,6 (106%)	470.175,2 (106%)
2030	280.523,5 (109%)	89.323,2 (109%)	114.670,5 (109%)	484.517,2 (109%)

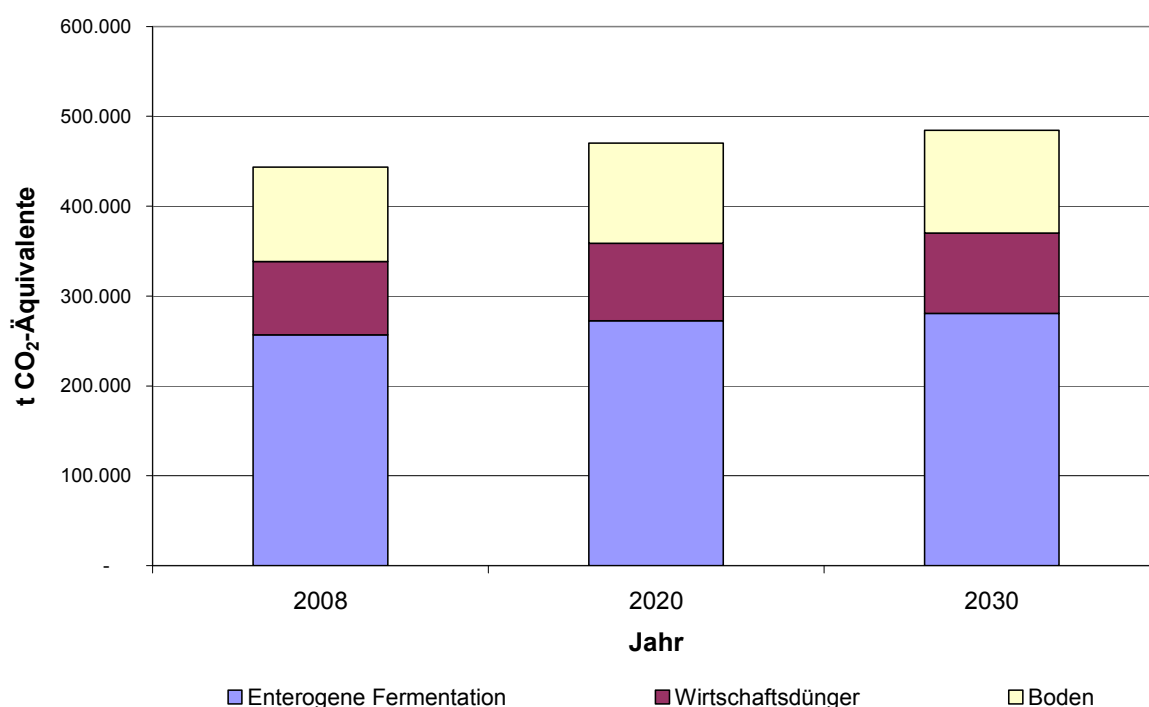


Abbildung 4-20: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N₂O-Emissionen aus Böden) (t CO₂e)

4.3.4 Minderungsmaßnahmen zu Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Salzburg

Um den Effekt steigender Emissionen für die Zeitpunkte der Prognose auszugleichen, bieten sich bestimmte Minderungsmaßnahmen in der Landwirtschaft an. Im Bereich der Tierhaltung bieten sich bei gesamthafter Betrachtungsweise (inklusive Effekte der Bodenemissionen) zur Senkung von klimarelevanten Emissionen prinzipiell folgende, in Tabelle 4-22 dargestellte Maßnahmen an, die in Bezug auf die Landwirtschaft in Salzburg hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüft wurden.

Tabelle 4-22: Reduktionseffekte auf Treibhausgasemissionen in Salzburg, Sektor Landwirtschaft von bestimmten einzelnen Maßnahmen relativ zum Referenzszenario

Maßnahme	Reduktions-effekt bis 2030	Anmerkung
Verdopplung Weideanteil - Milchkühe (Basis Tihalo)	-0,3%	von 4,3% der gesamten Jahreszeit auf Weide auf 8,6%
Verdopplung Weideanteil - alle Rinder (Basis Tihalo)	-0,5%	z.B. für Mutterkühe unrealistisch, weil aktuell bereits zu ca. 12,7% der gesamten Jahreszeit auf Weide (ähnlich dem österr. Durchschnitt, zudem mit älteren Werten/Erhebungen vergleichbar)
Weide- und Auslaufanteile für alle Rinder nach LK Salzburg	-1,5%	Grundlage: Schätzung der LK Salzburg
Biogasvergärung Wirtschaftsdünger nach Stand Österreich-Durchschnitt (2008)	-0,3%	0,1 % des Rinder-Festmists und 2,5% der Rindergülle ko-fermentiert
Biogasvergärung Wirtschaftsdünger doppelt gegenüber Stand Österreich- Durchschnitt (2008)	-0,6%	0,2 % des Rinder-Festmists und 5% der Rindergülle ko-fermentiert

Anmerkung: ohne Veränderung von Haltungssystemen und Anteilen von Auslauf- und Weidezeit bei Prognosejahren

Reduktionsszenario 1: Änderung der Haltungssysteme für Rinder

In dieser Variante wird nur für das Basisjahr 2008 die Verteilung der Haltungssysteme so belassen, wie sie in der TIHALO-Umfrage für Westösterreich ermittelt wurde (Amon et al. 2007). Für die Prognosejahre 2020 und 2030 werden die von der LK Salzburg (DI Peter Stadlbauer, 2011) vorgeschlagenen Werte für den Anteil der Jahreszeit im Auslauf (Tabelle 4-23) bzw. auf der Weide (Tabelle 4-24) angewendet. Die LK Salzburg hat Prognosen für die künftige Entwicklung der Haltungssysteme für das Bundesland Salzburg abgegeben. TIHALO gibt Daten auf der Ebene „Westösterreich“ an. Zusätzlich werden in dieses Reduktionsszenario bestehende Trends hin zu Flüssigmist-Laufstallsystemen eingearbeitet (Tabelle 4-25), wie sie aus den Berechnungen der nationalen Inventare (Anderl et al., 2011a,b; Amon und Hörtenhuber, 2008, 2010) abgeleitet wurden. In der Milchviehhaltung geht der generelle Trend weg vom Anbindestall und hin zum Laufstall, der dann meist als Flüssigmiststall ausgeführt ist. Stallneubauten werden nicht mehr als Anbindestall geplant.

Tabelle 4-23: Anteile der Jahreszeit im Auslauf (%)

Kategorie	Stadlbauer (2011) (%)	TIHALO (%)
Milchkühe	3,3	1,8
Mutterkühe	3,6	2,1
Rinder < 1 Jahr	1,4	1,4
Zuchtkalbinnen 1-2 Jahre	1,4	1,4
Mastrinder 1-2 Jahre	0,2	1,6
Rinder >2 Jahre (außer Milch- und Mutterkühe)	3,7	1,9

Anmerkung: – Vorschlag für Salzburg nach LK Salzburg (Stadlbauer 2011) und wie sie aus der TIHALO-Studie für Westösterreich abgeleitet wurden und auch für das Basisjahr 2008 einfließen

Tabelle 4-24: Anteile der Jahreszeit auf der Weide (%)

Milchkühe (%)	Mutterkühe (%)	Jungrinder <1 Jahr Gesamt (%)	Zuchtkalbinnen 1-2 Jahre (%)	Mastrinder 1-2 Jahre (%)	Rinder >2 Jahre (%)
18 (4)	22 (13)	25 (8)	25 (2)	1 (2)	23 (20)

Anmerkung: – Vorschlag für Salzburg nach LK Salzburg (Stadlbauer 2011). Die daneben stehenden Werte in den Klammern geben die gerundeten Werte wieder, wie sie aus der TIHALO-Studie für Westösterreich abgeleitet wurden und wie sie auch als Referenz für das Basisjahr 2008 einfließen

Tabelle 4-25: Trends zu Flüssigmist-Freilaufsystemen nach Auswertungen der TIHALO-Umfrage und Experteneinschätzungen

Jahr	Milchkühe (%)	Rinder < 1 Jahr (%)	Zuchtkalbinnen 1-2 Jahre (%)	Mastkalb., Stiere und Ochsen 1-2 Jahre (%)	andere Rinder > 2 Jahre (%)
2008	25,9	12,4	25,6	39,7	22,5
2020	35,8	16,8	36,4	54,1	31,3
2030	44,1	20,4	45,4	66,1	38,6

Anmerkung: wie in der nationalen Treibhausgasinventur für 1996-2008; extrapoliert auf 2008-2020 bzw. 2008-2030, für Rinder <1 Jahr nach Angaben LK Salzburg kein Trend fortgeschrieben;

Die Einarbeitung der Verteilung der Haltungssysteme nach Angaben der LK Salzburg (Stadlbauer, 2011) für die Prognosejahre 2020 und 2030 zeigt einen Rückgang der Emissionen im Bereich „Wirtschaftsdüngermanagement“. Die Zunahme an THGE bis zum Jahr 2030 bleibt aber nahezu gleich (Tabelle 4-26). Dies liegt daran, dass durch die geringeren Stickstoff-Verluste im Stall mehr Stickstoff in den Boden kommt und damit die N₂O-Emissionen aus Böden ansteigen.

Tabelle 4-26: Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg (Rinderhaltung und N₂O-Emissionen aus Böden) (t CO₂e)

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschaftsdünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	272.256,5 (106%)	73.073,3 (89%)	117.567,0 (112%)	462.896,8 (104%)
2030	280.523,5 (109%)	75.351,8 (92%)	121.207,7 (116%)	477.083,0 (108%)

Anmerkung: bei Berücksichtigung von Trends zu Weidehaltung und Flüssigmist-Laufstallsystemen

Die enterogene Fermentation überlagert mit rund 80% alle anderen, hier bewerteten Emissionen der Landwirtschaft in Salzburg deutlich und mindert generell Effekte von Maßnahmen zur Emissionseinsparung (z.B. infolge Änderungen des Wirtschaftsdüngersystems). Grundsätzlich ließen sich Emissionen der enterogenen Fermentation mit geringeren Anteilen von Raufutter in den Rationen bzw. nährstoffdichteren Rationen reduzieren. Bei gesamthafter Betrachtung klimarelevanter Gase (inklusive Effekten, die in anderen Bereichen der nationalen Treibhausgasinventuren bzw. in den Inventuren anderer Futtermittel exportierender Länder abgebildet sind) zeigt dies allerdings höhere Emissionen (siehe u.a. Hörtenhuber et al., 2010, und darauf basierende Kalkulationen).

Mit der für diese Berechnungen angewandten Methode des österreichischen NIR (Anderl et al., 2011a,b; Amon und Hörtenhuber, 2008, 2010) können einige potenziell in der Literatur als erfolgreich dargestellte Minderungsstrategien nicht entsprechend bewertet werden. Hier bedarf es einer Verfeinerung der Methode.

Zudem können sich gegenüber der vom Umweltbundesamt (Anderl et al., 2011c) verwendeten Steigerung der Tierzahlen sowie der Milchleistung für die Prognosejahre 2020 und 2030 einzelne potenziell umsetzbare (realistische) Minderungsstrategien aber auch deren Summe nicht durchsetzen.

Aus diesem Grund werden den vom Umweltbundesamt verwendeten Prognosen mit Trends zu höheren Rinderzahlen und Milchleistungen die durch Stadlbauer (2011) angegebenen Werte (sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs) für die Prognose als weiteres Reduktionsszenario gegenübergestellt.

Reduktionsszenario 2: „sinkende Rinderzahlen und geringere Milchleistungssteigerung“

Die für dieses Reduktionsszenario verwendeten Werte für die Prognosejahre 2020 und 2030 werden in Tabelle 4-27 dargestellt. Als Ausgangswert wurde im Jahr 2008 eine Milchleistung von 5.023 kg CO₂e pro Kuh heran gezogen.

Tabelle 4-27: Tierzahlen und Jahresmilchleistungen (kg) pro Kuh für die Prognosejahre 2020 und 2030

	2020	2030
Jahresmilchleistung (kg) durchschnittlicher Milchkuh	5.600 (5.977)	6.200 (6.766)
Milchkühe	50.000 (60.418)	45.000 (59.789)
Mutterkühe	18.000 (20.237)	16.000 (20.676)
Rinder 1 - 2 Jahre	26.000 (27.993)	24.000 (27.836)
Rinder < 1 Jahr	34.000 (42.706)	31.000 (42.027)
Andere Rinder > 2 Jahre	17.000 (16.187)	16.000 (16.211)

Anmerkung: nach LK Salzburg, (Stadlbauer 2011); Die daneben stehenden Werte in Klammern geben die Zahlen nach jener Prognose wieder, wie sie auch vom Umweltbundesamt verwendet werden bzw. davon auf Bundeslandebene abgeleitet wurden

Der Einzeleffekt der verringerten Rinderzahlen bewirkt bereits eine deutliche Emissionsminderung (siehe Tabelle 4-28 und Tabelle 4-29). Für beide Varianten zeigen die sinkenden Rinderzahlen im Durchschnitt ca. -10% Emissionen von 2008 auf 2020 bzw. -15% von 2008 auf 2030. Im Vergleich zur vom Umweltbundesamt verwendeten Prognose der Tierzahlen (mit jeweils gleicher Verteilung der Haltungssysteme) zeigen die Summen der Basisvarianten (siehe Resultate in Tabelle 4-28 gegenüber Tabelle 4-21 und Tabelle 4-29 gegenüber Tabelle 4-26) einen Rückgang der Emissionen von 14,4% beim Jahr 2020 und von 22,3% bei 2030.

Werden zusätzlich noch die Milchleistungen für die beiden Prognosejahre an die Abschätzungen von Stadlbauer (2011) angepasst, so erreicht die Reduktion Ausmaße von 15,7% bei 2020 und von 24,1% bei 2030 gegenüber den Umweltbundesamt-Prognosen (siehe Resultate in Tabelle 4-28 gegenüber Tabelle 4-21 und Tabelle 4-31 gegenüber Tabelle 4-26).

Tabelle 4-28: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen“ auf t CO₂e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen) Basis

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschaftsdünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	232.084,3 (90%)	73.802,6 (90%)	96.622,4 (92%)	402.509,3 (91%)
2030	216.319,7 (84%)	68.843,0 (84%)	91.127,8 (87%)	376.290,5 (85%)

Anmerkung: Verteilung der Tierhaltungssysteme wie im Basisszenario

Tabelle 4-29: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen“ auf t CO₂e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen) Trend Tierhaltung

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschafts-dünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	232.084,3 (90%)	62.391,5 (76%)	101.912,2 (97%)	396.388,1 (89%)
2030	216.319,7 (84%)	58.194,5 (71%)	96.099,6 (92%)	370.613,8 (84%)

Anmerkung: Verteilung der Tierhaltungssysteme wie im Minderungsszenario „Trend Tierhaltung“

Tabelle 4-31, Tabelle 4-30 und Tabelle 4-17 ist der gesamte Effekt von sinkenden Tierzahlen plus verminderten Leistungszuwachs über die Zeitreihe dargestellt. Das Endergebnis für „Emissionsreduktion über die Zeitreihe infolge verringerter Rinderbestände plus vermindertem Leistungszuwachs“ zeigt im Durchschnitt etwa -12% Emissionen von 2008 auf 2020 bzw. ca. -18% von 2008 auf 2030.

Tabelle 4-30: Effekt des Reduktionsszenarios 2 „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO₂e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschafts-dünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	228.471,1 (89%)	72.670,2 (89%)	95.077,8 (91%)	396.219,1 (89%)
2030	211.388,5 (82%)	67.239,7 (82%)	89.040,5 (85%)	367.668,7 (83%)

Anmerkung: Verteilung der Tierhaltungssysteme wie im Basisszenario

Tabelle 4-31: Effekt des Reduktionsszenarios 2 „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO₂e der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)

Jahr	Enterogene Fermentation	Wirtschafts-dünger	Boden	Summe
2008	256.800,1 (100%)	81.756,1 (100%)	104.826,3 (100%)	443.382,4 (100%)
2020	228.471,1 (89%)	61.433,0 (75%)	100.262,0 (96%)	390.166,1 (88%)
2030	211.388,5 (82%)	56.842,8 (70%)	93.869,6 (90%)	362.100,9 (82%)

Anmerkung: Verteilung der Tierhaltungssysteme wie im wie im Minderungsszenario „Trend Tierhaltung“

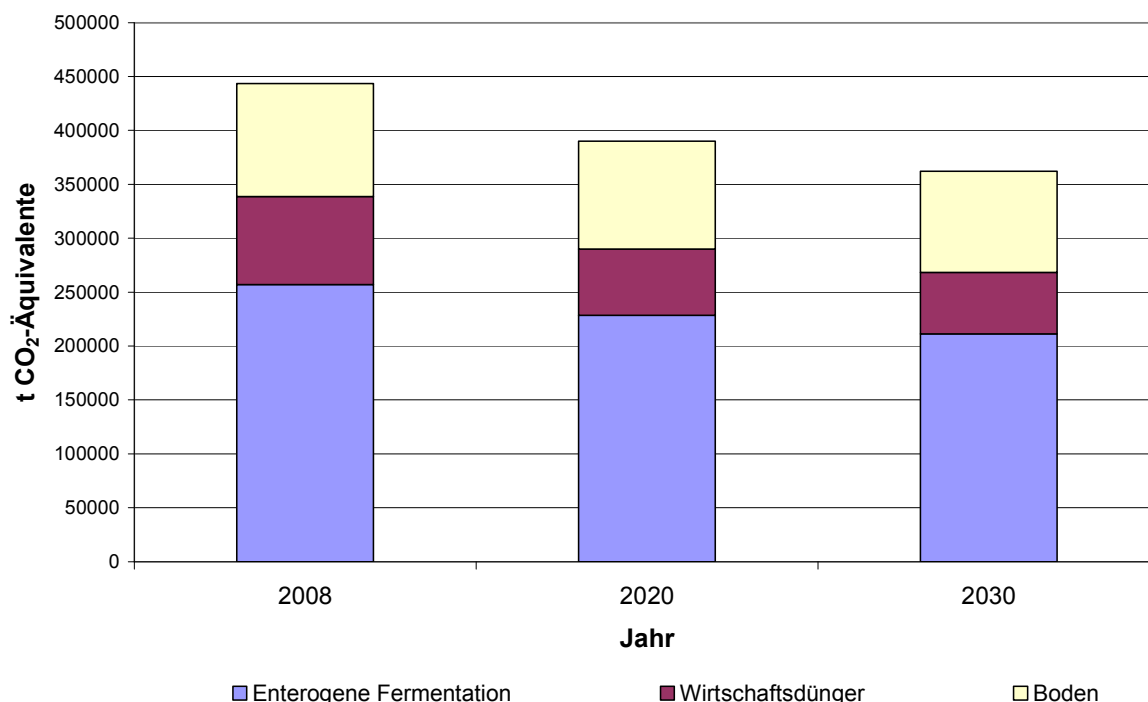


Abbildung 4-21: Effekt des Reduktionsszenarios „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ auf t CO₂-eq der Landwirtschaft in Salzburg (Rinder und gesamte Bodenemissionen)

Anmerkung: Verteilung der Tierhaltungssysteme wie im Minderungsszenario „Trend Tierhaltung“

Zusammenfassend lässt sich für den Sektor Landwirtschaft in Verbindung mit einer Bewertung nach den nationalen Inventaren (Anderl et al. 2011a,b), lediglich eine Produktionseinschränkung (v.a. hinsichtlich Tierzahlen) in Salzburg als aussichtsreiche Minderungsmaßnahme eruieren. Zusätzlich eingerechnete Einzelmaßnahmen wie die Kofermentation von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen zeigen nur geringe Auswirkungen. Bei eingeschränkter Betrachtung der Emissionen im Sektor Landwirtschaft in Salzburg könnte eine über die in den Prognosen angesprochene Milchleistungssteigerung hinausgehende Erhöhung der Milchleistung pro Kuh mit entsprechender Zurücknahme der Kuhzahlen weitere Vorteile bringen. Damit gehen jedoch weitreichende Auswirkungen auf eine Reihe von Variablen einher: z.B. höherer Bedarf an Kraftfutter und Ackerfutterflächen, nicht mehr genutzte Grünlandflächen, dadurch Verwaldung, etc. Diese Effekte sind komplex und bilden sich mit den derzeitigen Methoden im Inventar nicht ab. An einer Verbesserung der Inventar-Methoden wird gearbeitet.

Bei gesamthafter Betrachtung klimarelevanter Gase, inklusive Effekten, die in anderen Bereichen der nationalen Treibhausgasinventuren bzw. in den Inventaren anderer Futtermittel exportierender Länder abgebildet sind, zeigen sich für Österreich klimarelevante Nachteile bei weiteren Leistungssteigerungen, wenn diese nicht auf lokal vorhandene Flächen zurückgreifen (siehe u.a. Hörtenhuber et al., 2010, und darauf basierende Kalkulationen).

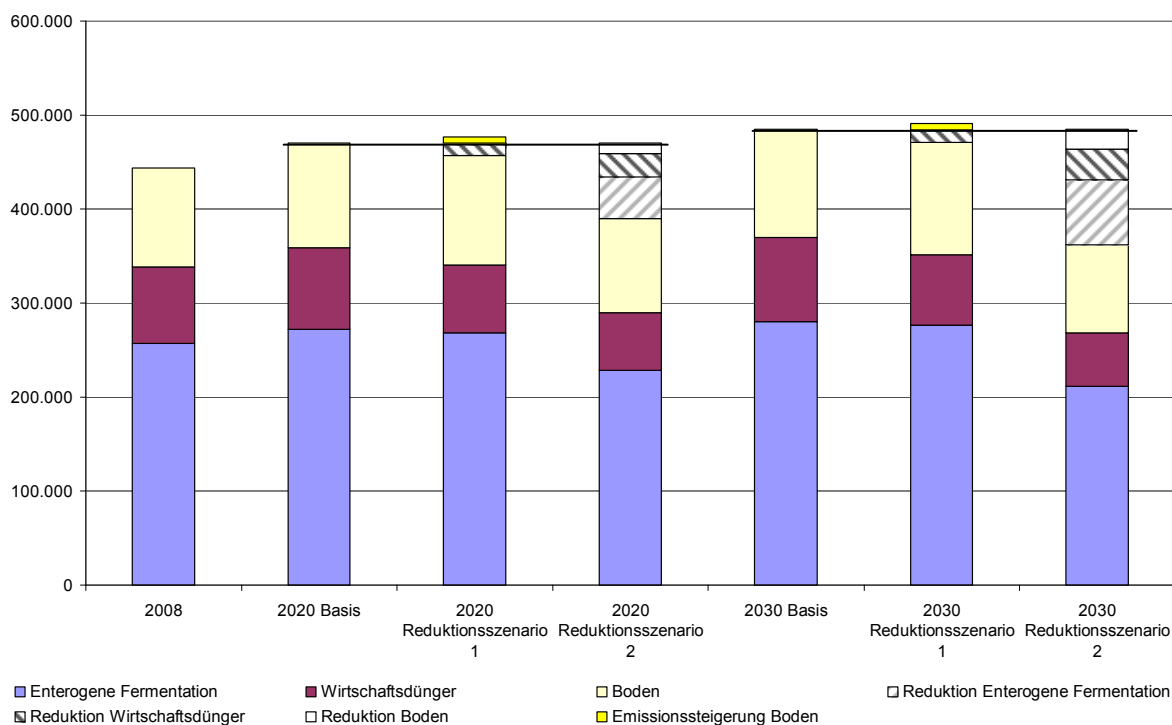
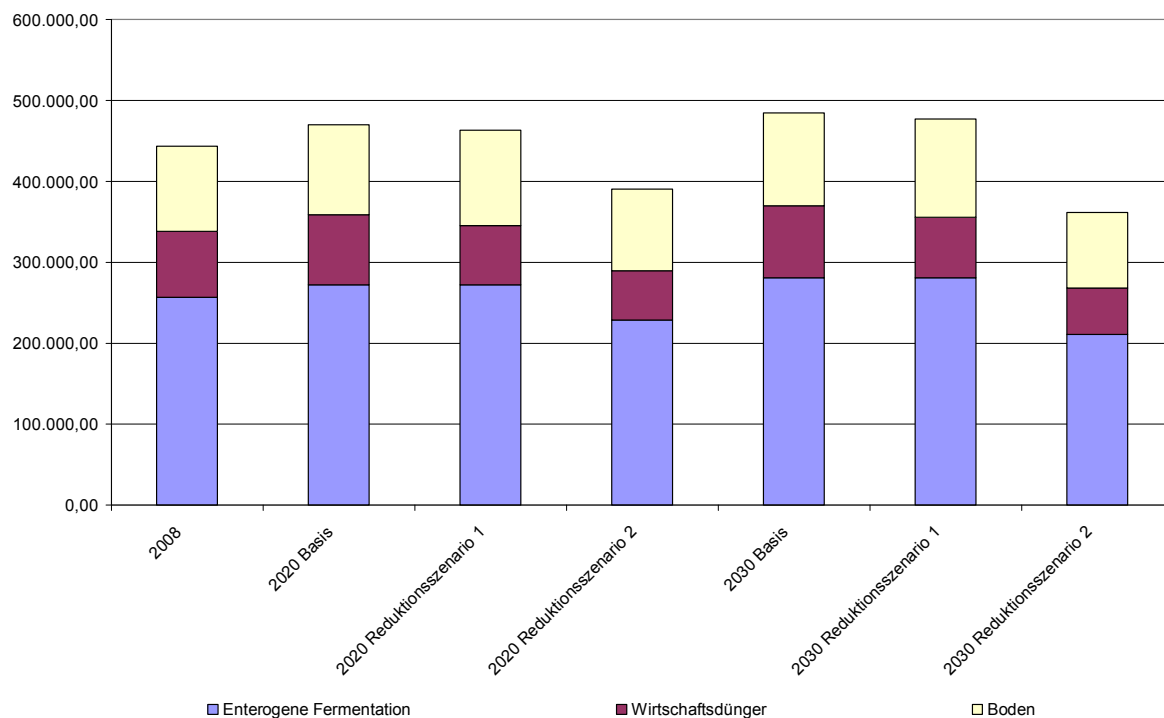


Abbildung 4-22: Vergleichende Darstellung der THG-Emissionen des Basisjahr 2008 mit zwei Szenarien für die Prognosejahre 2020 und 2030.

Anmerkungen: Reduktionsszenario 1: „Änderung der Haltungssysteme für Rinder“ (Tabelle 4-22);
Reduktionsszenario 2: „sinkende Rinderzahlen plus verminderter Leistungszuwachs“ (bei geänderter Verteilung der Haltungssysteme wie in Reduktionsszenario 1; siehe Tabelle 4-27).

4.4 Sonstige (Abfallwirtschaft)

Jene THG-Emissionen, die nicht den Bereichen Energieversorgung, Kleinverbrauch, Industrie, Verkehr oder Landwirtschaft zugerechnet werden können, sind in der Bundesländer-Luftschadstoff-Inventur (Anderl et al, 2009 und 2010) nach den UNFCCC Bilanzierungsregeln im Sektor Sonstige enthalten. Dieser Sektor umfasst neben der Abfallwirtschaft auch Emissionen aus der Anwendung von Lösungsmitteln (CxHy-Dämpfe). Letztere sind jedoch in der Regel eingeschränkt klimaschädlich. Der Fokus in unserer Arbeit liegt daher im Sektor Sonstige auf der Abfallwirtschaft.

4.4.1 THG-Einsparungspotenziale für die Steiermark

Die wirksamste Emissionskomponente aus der Abfallwirtschaft ist das bei Faulprozessen entstehende Methan (CH_4) mit 384 kt CO_2e im Jahr 2007. Die gesamten THG-Emissionen des Sektors Sonstige sind seit 2000 gesunken. Dem steht ein Anstieg der kommunalen Abfälle zwischen 2003 und 2008 um 18% also von 362 kg/EW auf 421 kg/EW gegenüber. Bei gesamthaftem Anstieg der Abfallmengen ist der Anteil des Restmülls von 31,3% auf 29,1% gesunken.

Insgesamt setzt sich das kommunale Abfallaufkommen 2008 aus folgenden Abfallfraktionen zusammen: Verpackungen und kommunale Altstoffe (ca. 41%), Rest- und Sperrmüll (ca. 38%), biogene Abfälle (ca. 19%) sowie Elektro- und Elektroaltgeräte, Problemstoffe und Straßenkehrschutt (ca. 2%) (Land Steiermark, 2010).

Trotz dieser steigenden kommunalen Abfallmengen in der Steiermark, beobachten wir jedoch in diesem Jahrzehnt erstmals ein Sinken der Treibhausgasemissionen. Dies weist auf eine zielgerichtete und erfolgreiche Abfallbehandlung hin (Abfallwirtschaftspläne des Landes; Land Steiermark, 2010). Die anfallenden Restmüllmengen in der Steiermark können durch die Behandlung in mechanisch-biologischen Anlagen und Splittinganlagen zu 46% einer thermischen Verwertung zugeführt, zu 26% auf Massenabfalldeponien abgelagert und zu 4% einer stofflichen Verwertung zugeführt. Dies reduziert den zu deponierenden Abfall, vermeidet Gewässer- und Bodenverunreinigung, und reduziert Treibhausgase (Methanvermeidung). Durch den Ersatz von fossilen Energieträgern werden in der Steiermark derzeit jährlich zudem rund 7.000 t CO_2e eingespart.

Die Vorgaben der Deponieverordnung 1996 wurden in der Steiermark flächendeckend eingehalten, seit 1.1.2004 werden in der Steiermark nur mehr mechanisch-biologisch vorbehandelte gemischte Siedlungsabfälle auf Massenabfalldeponien abgelagert. Die heizwertreiche Fraktion wird dabei thermisch verwertet. Neben der Reduzierung des zu deponierenden Abfalls bedeutet das eine Vermeidung von Gewässer- und Bodenverunreinigung, und eine Reduzierung von Treibhausgasen (Methanvermeidung).

Die Steiermark nutzt das Energiepotenzial von gemischten Siedlungsabfällen (Restmüll) mit entsprechenden Qualitäten als Ersatz fossiler Energieträger. Das Ziel des Landes-Abfallwirtschaftsplans (Land Steiermark, 2010) ist es, diese Nutzung bis 2015 zu mehr als 60% durchzuführen. Unter anderem durch die Verwertung der Methanproduktion in Deponien soll der Anteil der Treibhausgasemissionen aus Deponien bis zum Jahr 2015

gegenüber dem Jahr 1990 um mehr als 80% bzw. gegenüber 2003 um mehr als 70% gesenkt werden.

Einen Anteil an der weiteren Abnahme der THG-Emissionen im Bereich Abfallwirtschaft werden auch die Inbetriebnahme der thermischen Abfallverwertung Niklasdorf sowie die verstärkte Auslastung der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung haben.

Zukünftige Emissionsminderungen im Bereich der Abfallwirtschaft könnten beispielsweise noch durch eine Verstärkung der getrennten Sammlung, dem Trennen von Gewerbeabfällen und Hausmüll sowie der energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen in besonders energieeffizienten Anlagen erreicht werden. Weitere Maßnahmen sind die Verbesserung der Entsorgungslogistik, die aber dem Sektor Verkehr zugerechnet werden muss, die Einführung des e-governments (Vermeidung von Papier), sowie eine verstärkte Nutzung von Biogas aus biogenen, nichtholzigen Müllbestandteilen, die in speziellen Biogasanlagen vergoren werden. Das gewonnene Biogas kann ähnlich wie Erdgas eingesetzt werden und Emissionen z.B. aus dem Einsatz von Erdgas vermeiden. Bei derartigen Biogasanlagen ist jedoch besonders sorgfältig auf die Vermeidung von Methanemissionen zu achten, damit nicht durch die Emission von Methan aus dem Prozess (Lagerung und Ausbringung des ausgefaulten Substrates) oder aus der Biogasnutzung (Methanschluß bei Motor-BHKW's) die treibhausgas-reduzierende Wirkung verringert oder sogar ins Gegenteil verkehrt wird (Projekt Biogasanlagenmonitoring der FA19D des Landes Steiermark).

Die Verwertung von biogenen Abfallbestandteilen in Verbrennungsanlagen und in Biogasanlagen ist in der Potenzialabschätzung der erneuerbaren Energieträger im Kapitel Energiebereitstellung berücksichtigt.

Für die Abfallwirtschaft werden mit der EU-Abfallrahmenrichtlinie (RL 2008/98/EG; Europäisches Parlament, 2003) weiterführende Anstrengungen der EU-Mitgliedsstaaten in Richtung einer „Recycling-Gesellschaft“ definiert. Diese wird aufbauend auf die langjährige Vorbildwirkung der Steiermark im Landes-Abfallwirtschaftsplan (Land Steiermark, 2010) konsequent umgesetzt.

Damit ergeben sich für den Bereich Abfallwirtschaft folgende übergreifende Ziele

- Weitere Reduktion der Abfallmengen und
- Nutzung vorhandener energetischer Potenziale von Abfällen

Abbildung 4-23 zeigt eine mögliche Entwicklung der THG-Emissionen im Sektor Sonstige, insbesondere beeinflusst durch die Entwicklungen in der Abfallwirtschaft für die Jahre 2020 und 2030 und stellt dieses dem Basisjahr 2005 gegenüber. Die Szenario-Ergebnisse für 2020 bzw. 2030 spiegeln eine Fortschreibung des Trends für die Treibhausgasemissionen der Abfallwirtschaft der vergangenen Jahre wieder. Die Erfüllbarkeit eines solchen Verlaufs hängt stark von der Umsetzung der zuvor vorgestellten Maßnahmen ab. Nur durch die Ausschöpfung dieser Potenziale kann der sinkende Trend der Treibhausgasemissionen der Abfallwirtschaft weiterhin aufrechterhalten werden. Das Abfallwirtschaftsgesetz mit seinen Fachverordnungen (u.a. die Deponieverordnung) hat bereits die Weichen für solch eine positive Entwicklung gestellt und der sich zurzeit in Ausarbeitung befindliche Abfallwirtschaftsplan 2010 des Landes Steiermark kann seines dazu beitragen, diese Tendenzen zu verstärken.

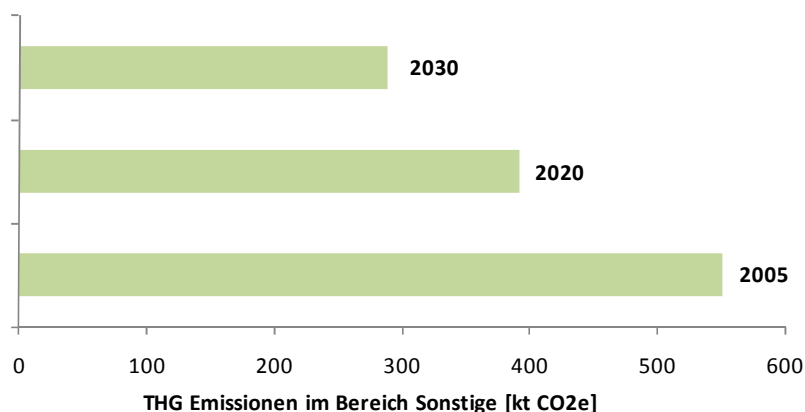


Abbildung 4-23: Treibhausgasreduktionsszenario im Bereich Sonstige (insbes. Abfall) für 2020 und 2030 im Vergleich zum Ausgangsniveau 2005

4.4.2 THG Einsparungspotenziale für Salzburg

In Salzburg sind die Emissionen des Sektors Sonstige zwischen 1990 und 2008 durchschnittlich jährlich um 2% gestiegen. 2008 betrugen die THG rund 121.000 t CO₂e (Anderl et al., 2010). Die Methan-Emissionen machen mit rund 60% davon den größten Teil aus, gefolgt von N₂O mit rund 27% und der Rest entfällt auf CO₂ Emissionen (vgl. Abbildung 4-24).

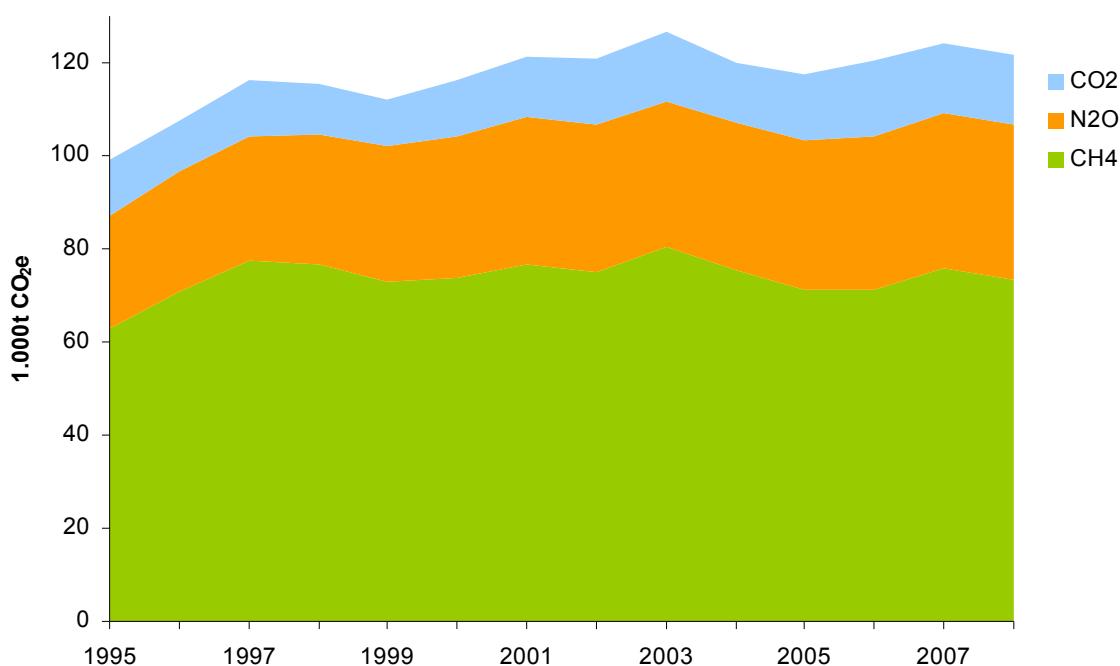


Abbildung 4-24: THG-Emissionen des Sektors Sonstige

Quelle: Anderl et al. (2010)

Diesem Anstieg entspricht auch ein Anstieg der Abfallmenge pro Jahr und Kopf, gerechnet in Einwohnergleichwerten, im Ausmaß von 2%, der einem Volumsanstieg von etwa 4% entspricht (vgl. Beigl, 2007). Neben diesem generellen Anstieg der Abfallmengen konnte jedoch der Anteil, der einer Verwertung zugeführt wird, durch Anstrengungen in der

Müllvermeidung und Mülltrennung auf 50% gesteigert werden (Land Salzburg, 2006). Auch die in der Deponieverordnung 2008 (BGBl. Nr. 39/2008) und dem Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (BGBl. I Nr. 102/2002) enthaltenen Bestimmungen tragen zur Müllvermeidung und zur weiteren Reduktion der Entstehung von Methanemissionen bei.

Neben den direkten Emissionen werden bilanzierungstechnisch nach der Bundesländerluftschadstoffinventur in weiteren Sektoren bzw. Bundesländern Emissionen verbucht, die mit der Abfallmenge in Verbindung stehen. Zum einen werden Emissionen, die durch den Transport des Abfalls entstehen, dem Sektor Verkehr zugeschrieben. Zum zweiten wird die Verwendung von industriellen Abfällen für die Nutzung von Wärme im Sektor Produktion verbucht. Einsparungen können sich im Sektor Energiebereitstellung durch die Nutzung von Abfällen zur Erzeugung von Strom und Wärme ergeben.

Handlungsoptionen die direkt im Sektor Sonstige zu einer Reduktion der THG Emissionen beitragen, ergeben sich durch weitere Abfallvermeidung. Dabei wird eine Vielzahl von Instrumenten beschrieben (Haslauer et al., 2009), wie etwa die Weiterentwicklung von Öffentlichkeitsarbeit, eine Verstärkung der Abfallberatung für Betriebe in Kooperation mit dem Umwelt.Service.Salzburg, die Vorbildfunktion des Landes in der Abfalltrennung oder der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen bei der Verpackung. Diese Instrumente zielen größtenteils auf eine Verhaltensveränderung bzw. Bewusstmachung ab, deren Wirkung auf die konkrete Abfallmenge und in weiterer Folge auf die Treibhausgasreduktion allerdings ohne Befragung bzw. konkretes Pilotprojekt, nur schwer abgeschätzt werden kann. Eine solche umfassende quantifizierende Analyse für das gesamte Bundesland Salzburg konnte im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt werden.

Eine weitere Handlungsoption die von Haslauer et al. (2009) genannt wird, ist die optimierte Qualitätssicherung bei der Verwertung von Biomüll in dezentralen Kompostanlagen durch die die Methanemissionen bei der Kompostierung vermindert werden können und hochwertiger Kompost für den Humusaufbau der landwirtschaftlichen Flächen genutzt werden kann. Sowohl die Verringerung der Methanemissionen als auch der Humusaufbau haben positive Effekte auf die Treibhausgasbilanz.

Die nun folgenden Handlungsoptionen und Einsparungspotenziale im Zusammenhang mit Abfallmengen beziehen sich bilanztechnisch nun auf andere Sektoren bzw. werden in einem anderen Bundesland verbucht.

Eine dieser Handlungsoptionen besteht in der thermischen Verwertung von geeigneten Abfallfraktionen in industriellen und gewerblichen Anlagen innerhalb des Bundeslandes. Das dafür verfügbare Potenzial, das mit bereits vorhandener bzw. neu zu errichtender Anlagenkapazität verwertet werden kann, wurde von Beigl et al. (2007) abgeschätzt. Die heizwertreiche Fraktion der Haus- und Gewerbeabfälle (nach mechanisch-biologischer Verwertung etwa 90.000 t/a) und ein Großteil (etwa 2/3, 45.000t) des Klärschlammes werden thermisch außerhalb der Bundeslandgrenzen, im konkreten Fall in Oberösterreich, verwertet (Beigl et al., 2007). Einer thermischen Verwertung in Oberösterreich werden auch Kunststoff-Verpackungen zugeführt. Holzabfälle und Garten- bzw. Parkabfälle werden größtenteils in Salzburg thermisch verwertet. Weitere nennenswerte Mengenströme, die einer thermischen Verwertung innerhalb Salzburgs in industriellen und gewerblichen Anlagen zugeführt werden können, sind Altreifen, Tiermehl, Biertrebern und Fettabscheiderinhalte. Aus der Analyse

dieser Abfallfraktionen ergibt sich über alle Abfallgruppen mit unterschiedlichen Schadstoffgehalten in Summe eine potenziell nutzbare Abfallbrennstoffmenge mit einer mittleren Brennstoffwärmeleistung von rund 50 MW. Das heißt, dass in dieser Höhe fossile Energieträger in Gewerbe und Industrie eingespart werden und zur Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen. Eine exakte Quantifizierung der Einsparungen ausgedrückt in CO₂e würde eine Detailanalyse auf Firmenebene bedürfen und konnte ebenfalls nicht im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt werden.

Ein weiteres Einsparungspotenzial ergibt sich durch die Verwertung von Abfällen in Verfahren wie Gärung, Biodieselproduktion, Ethanolherzeugung etc. Dazu wurden in Mostbauer et al. (2010) biologisch abbaubare Abfälle wie Küchen- und Speiseabfälle (KSA), Grünschnitt, Altöl, Biertrebern, Molkereirückstände auf ihr Verwertungspotenzial untersucht. Das Potenzial für eine Vergärung zur Produktion von Biogas wurde mit 6,7 Mio. - 15,2 Mio. Norm-Kubikmeter pro Jahr (m³/a) bewertet und entspricht einem Energiegehalt von ca. 70-160 GWh pro Jahr. Die Behandlungskapazität in Abfall-Biogasanlagen fasst derzeit allerdings nur etwa die Hälfte der verfügbaren Kapazität (Mostbauer et al., 2010). Ein Ausbau dieser Anlagen ist somit zu forcieren, vor allem wenn in Zukunft die Energiepreise steigen werden. Die Treibhausgasreduktionseffekte dieser Handlungsoption werden dem Sektor Energiebereitstellung zugeordnet und sind bei der Bewertung des Erneuerbaren Potenzials zur Zielerreichung des Erneuerbaren Ziels bis 2020 und 2030 berücksichtigt.

Einsparungspotenzial in Zusammenhang mit dem Transport von Abfall. Darunter fallen die Optimierung der Logistik, Effizienzsteigerung bei der Fahrzeugflotte, sowie die Vorverdichtung des Mülls an Umladestationen. Die THG-Reduktionspotenziale dieser Handlungsoption konnte innerhalb dieser Arbeit nicht quantifiziert werden, da Daten zur Fahrzeugflotte, Weglängen und Treibstoffverbräuchen der Abfallwirtschaftsverbände nicht zentral gespeichert sind und es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war, diese zu evaluieren.

4.5 Produktion

Der Produktionssektor ist ein in Bezug auf Eindämmung und Kontrolle von Emissionen vielfach regulierter Bereich – man denke beispielsweise an die IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Richtlinie oder an die Vorgaben für Teile der Industrie durch das Europäische Emissionshandelssystem (EU ETS). Überdies liegen legislative Kompetenzen zur Regulierung von produzierenden Unternehmen oftmals beim Bund. Aus diesen Gründen sind die legislativen Handlungsmöglichkeiten eines Bundeslandes für diesen Sektor oftmals beschränkt. Zusätzlich kommt für den Sektor Produktion erschwerend hinzu, dass ein Teil seiner THG-Emissionen nicht auf energiebedingte Nutzung zurückzuführen ist (Prozessemissionen z.B. in der Branntkalk- oder Zementherstellung), und daher (abgesehen von Produktionsprozessänderungen) überhaupt nur ein Teil der Emissionen durch klimaschützende Maßnahmen reduziert werden kann. Ein nicht unwesentlicher Teil der THG-Emissionen im Sektor Produktion betrifft prozessbedingte Emissionen, welche nur durch eine Reduktion der Produktionsmengen oder durch eine Umstellung der Produktionsverfahren reduziert werden könnten. Vielfach sind für Letzteres die Prozesse jedoch noch nicht am

Markt verfügbar. Nichtsdestotrotz birgt auch der Produktionssektor Potenziale zur Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen.

Eine wesentliche Frage in der Berechnung und Darstellung von THG-Reduktionspotenzialen betrifft die Abgrenzung zu anderen Sektoren, insbesondere zum Sektor Energiebereitstellung. Emissionen aus (bestehender wie zusätzlicher) betriebsinterner Strom- und Wärmeproduktion des Produktionssektors, auch wenn insbesondere die Wärme anderen, betriebsfremden Einrichtungen zur Verfügung gestellt wird (z.B. benachbarte Betriebe, Einspeisung von Wärme in das öffentliche Fernwärmenetz), werden dem Sektor Produktion und nicht dem Sektor Energiebereitstellung zugerechnet.

4.5.1 Ergebnisse Steiermark

Der energetische Endverbrauch des Produktionssektors betrug in der Steiermark im Jahr 2007 rund 65,5 Peta-Joule (PJ). Der relativ hohe Anteil des gesamten Endenergieverbrauchs des Produktionssektors in der Steiermark von 40 % ist auf einen relativ hohen Grad der Industrialisierung dieses Bundeslandes zurückzuführen. Dies und ein eher geringer Anteil erneuerbarer Energien (ca. 6,8 PJ, Jahr 2007) in der steirischen Produktion machen diesen Sektor zum Hauptemittenten von Treibhausgasen (ca. 5,9 Mio. t CO₂e von insgesamt 13,8 Mio t., Jahr 2007).

Eine Prognose für die zukünftige Entwicklung von Treibhausgasemissionen im Produktionsbereich muss die erwarteten Wertschöpfungssteigerungen und sich ändernde Energieintensitäten sowie die strukturelle Zusammensetzung des Produktionsbereichs berücksichtigen. Für die Steiermark wird aufgrund ihrer Industriestruktur in einem Szenario ohne zusätzliche Anstrengungen (Referenzpfad) für die betrachteten Jahre 2020 und 2030 von moderaten Steigerungen der Treibhausgasemissionen ausgegangen (Abbildung 4-25).

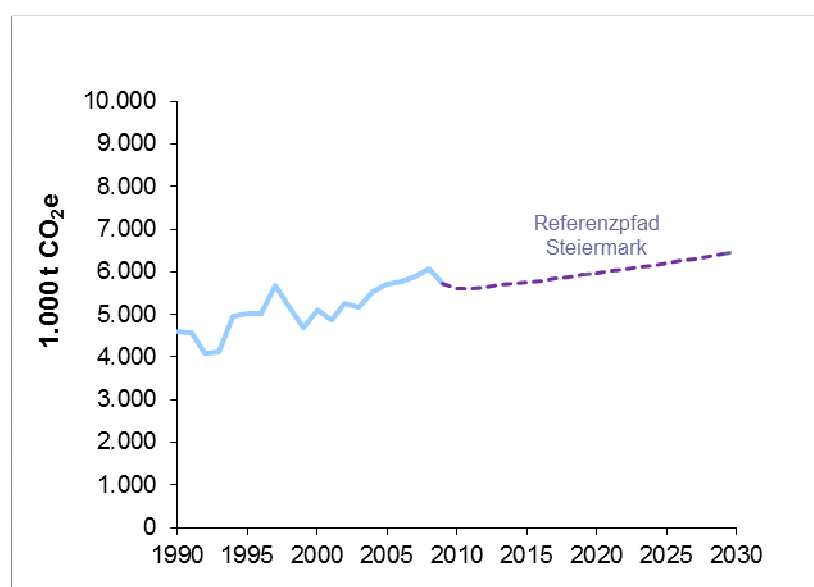


Abbildung 4-25: Referenzpfad für das Bundesland Steiermark

Zur Reduktion der steirischen Treibhausgasemissionen im Produktionssektor sind vermehrte Anstrengungen notwendig. Die prinzipiellen Möglichkeiten dafür bestehen einerseits in der Reduktion des Energiebedarfs (Energieeffizienz) oder in der Substitution fossiler Energieträger durch biogene Energien (Fuel Switch). Eine detaillierte Liste von einzelnen Maßnahmen konnte aufgrund des in der Steiermark erfolgten intensiven Partizipationsprozesses steirischer Stakeholder erstellt werden.

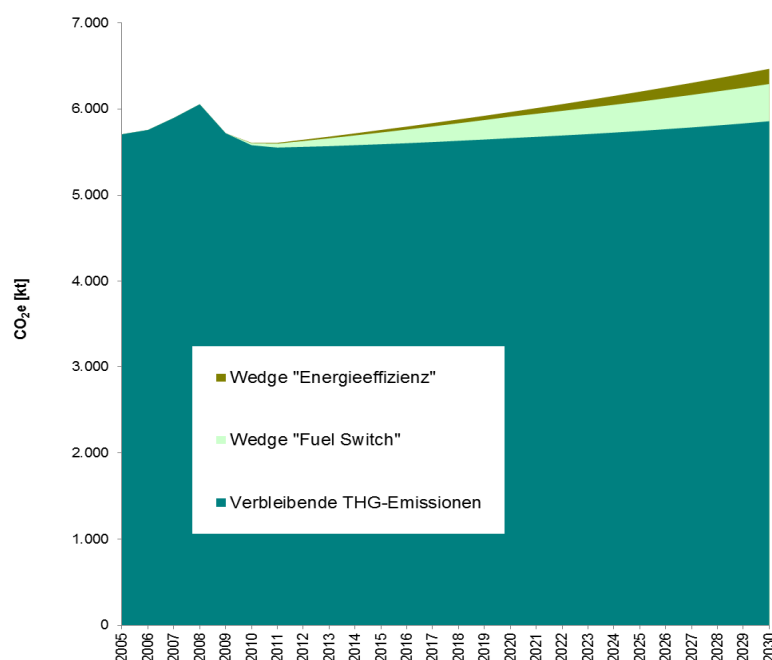


Abbildung 4-26: Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen im Sektor Produktion in der Steiermark

Aus Abbildung 4-26 ist zu erkennen, dass bis 2030 die Maßnahmen zur Substitution fossiler durch erneuerbare Energieträger (Fuel Switch) ein größeres Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen aufweisen (432.000 t CO₂e) als Maßnahmen zur verstärkten Energieeffizienz (176.000 t CO₂e). Zentral ist jedoch die Kombination beider Maßnahmen, wobei Effizienzmaßnahmen der Substitution fossiler Energieträger vorangestellt werden müssen.

Eine absolute Emissionsreduktion im Produktionssektor hängt wesentlich vom Referenzpfad ab.

4.5.2 Ergebnisse Salzburg

In Salzburg macht der energetische Endverbrauch des Produktionssektors mit 19.333 TJ im Jahr 2007 nur ca. 27% des gesamten energetischen Endverbrauchs dieses Bundeslandes aus. Dies liegt an einem relativ geringen Grad der Industrialisierung in Salzburg. Die durch den Energieverbrauch verursachten THG-Emissionen sind wegen der intensiven Verwendung nachwachsender Energieträger gering. So wurden im Jahr 2007 ca. 0,96 Mio. t.

CO₂e von insgesamt 4,3 Mio t. CO₂e durch den Produktionssektor verursacht – das entspricht nur ca. 22%.

Eine Prognose für die zukünftige Entwicklung von Treibhausgasemissionen im Produktionsbereich muss die erwarteten Wertschöpfungssteigerungen und sich ändernde Energieintensitäten sowie die strukturelle Zusammensetzung des Produktionsbereichs berücksichtigen. Für das Bundesland Salzburg wird aufgrund seiner Industriestruktur (relativ hoher Anteil an Niedrig- und Mitteltemperaturprozessen) davon ausgegangen, dass in einem Referenzpfad die Treibhausgasemissionen zumindest auf dem Niveau vor der vergangenen Finanzkrise stagnieren.

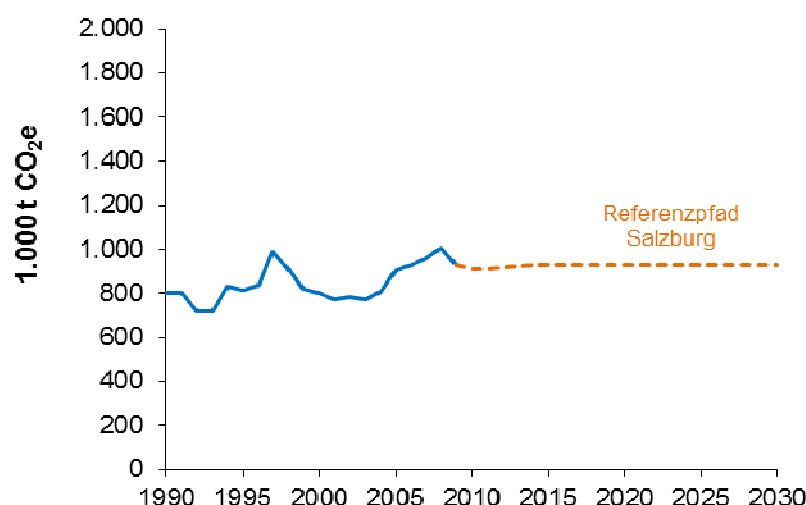


Abbildung 4-27: Referenzpfad für das Bundesland Salzburg

Zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Produktionssektor sind in Salzburg vermehrte Anstrengungen notwendig. Die prinzipiellen Möglichkeiten dafür bestehen einerseits in der Reduktion des Energiebedarfs (Energieeffizienz) und andererseits in der Substitution fossiler Energieträger durch biogene Energien (Fuel Switch).

Aus Abbildung 4-28: ist zu erkennen, dass bis 2030 die Maßnahmen zur Substitution fossiler durch erneuerbare Energieträger (Fuel Switch) ein größeres Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen aufweisen (59.000 t CO₂e) als Maßnahmen zur verstärkten Energieeffizienz (21.000 t CO₂e). Zentral ist jedoch die Kombination beider Maßnahmen, wobei Effizienzmaßnahmen der Substitution fossiler Energieträger vorangestellt werden müssen.

Dabei ist auffallend, dass die berechneten Emissionsreduktionen im Produktionssektor relativ moderat ausfallen, und eine absolute Emissionsreduktion – ausgehend vom jetzigen Niveau – nur dann erreicht werden kann, wenn die Emissionen des Referenzpfades stabil gehalten werden bzw. lediglich in sehr geringem Ausmaß ansteigen.

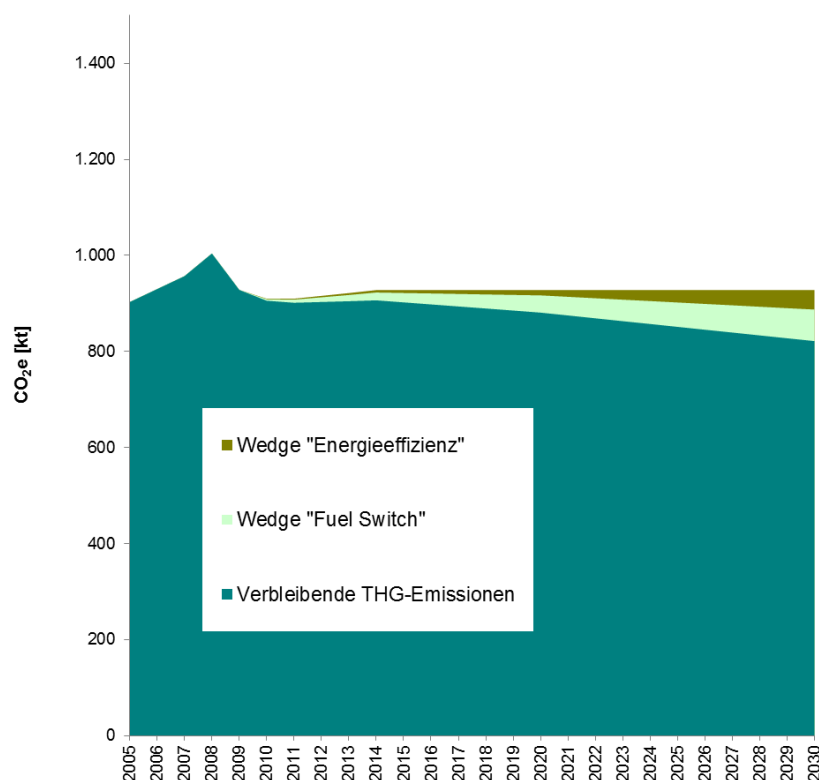


Abbildung 4-28: Potenzial zur Reduktion von THG-Emissionen im Sektor Produktion in Salzburg

4.6 Energiebereitstellung

Der Sektor Energiebereitstellung umfasst sowohl die Bereitstellung von Energie aus öffentlichen Netzen (öff. Fernwärmenetz, Stromnetz) als auch die Bereitstellung von fossilen sowie nachwachsenden Energiequellen. Ähnlich dem Sektor Produktion sind weite Teile der THG-Emissionen fossiler Strom- und Fernwärmeerzeugung bereits durch das Europäische Emissionshandelssystem reguliert. Dementsprechend gering ist die legislative Handhabe eines Bundeslandes zur Reduktion der THG-Emissionen von bestehenden Anlagen.

Dem Sektor Energiebereitstellung kommt jedoch neben der Emissionsreduktion im eigenen Bereich noch eine Schlüsselfunktion zu: Dieser Sektor ist dafür verantwortlich, eine ausreichende Menge an erneuerbaren Energien für die anderen betrachteten Sektoren bereitzustellen, um damit die Erreichung des in Kapitel 5 näher beschriebenen Anteils erneuerbarer Energien gemessen am Bruttoendenergieverbrauch zu erreichen. Für diese wichtige Funktion des Sektors Energiebereitstellung, d.h. in der Frage, wie ein etwaiger Mehrbedarf an erneuerbaren Energien gedeckt werden kann, bestehen auch auf Bundeslandebene Handlungsmöglichkeiten.

Dem Sektor Energiebereitstellung werden gemäß den Bilanzierungsregeln der UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) die im jeweiligen Bundesland entstehenden Treibhausgasemissionen der Stromerzeugung sowie der öffentlich bereitgestellten Fernwärmeerzeugung (EVUs) zugerechnet. Das heißt, dass die in den

Sektoren Mobilität, Gebäude und Produktion entstehenden Treibhausgasemissionen aus der Verwendung von Strom und Fernwärme der Energiebereitstellung und nicht diesen Sektoren zugerechnet wird.

4.6.1 Ergebnisse Steiermark

Die nach Bilanzierungsregeln der UNFCCC dem Sektor Energiebereitstellung zugerechneten THG-Emissionen betrugen in der Steiermark 2008 laut Bundesluftschadstoffinventur 1990-2008 rund 1,72 Mio. Tonnen CO_{2e}. Der Trend der THG-Emissionen ist über eine längere Betrachtungsdauer von 20 Jahren abnehmend, wobei dieser Trend vor allem durch starke Emissionsrückgänge der letzten Jahre ermöglicht wurde (Abbildung 4-29). Verursacht wurden diese Emissionsrückgänge vor allem durch begonnene Konservierungen bzw. Stilllegung der Kraftwerke Werndorf 1 (Erdgas, Konservierung seit 1999), Zeltweg (Steinkohle, Konservierung seit 2001), Pernegg (Schweröl, stillgelegt seit 2003), und Voitsberg 3 (Braunkohle, Konservierung ab 2006). Nach wie vor in Betrieb sind die Kraftwerke Werndorf 2 (Schweröl/Erdgas) sowie Mellach (Steinkohle), wo auch derzeit neue Kapazitäten (GuD) ausgebaut werden. Dies wird wiederum zu einem Anstieg der THG-Emissionen in der Steiermark ausgehend vom Emissionsniveau des Jahres 2008 führen, zumindest solange das bestehende Steinkohlekraftwerk in Mellach weiterbetrieben wird.

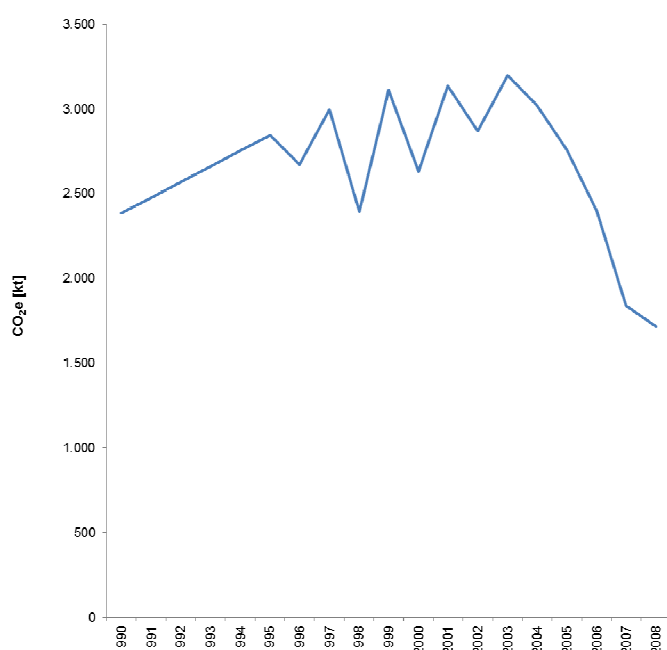


Abbildung 4-29: Entwicklungen der Treibhausgasemissionen des Sektors Energiebereitstellung in der Steiermark

Die öffentliche Bereitstellung von Strom und Fernwärme ist aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht für jedes Bundesland von einer unternehmensinternen Bereitstellung von Strom und Fernwärme zu trennen, deren THG-Emissionen dem Sektor Produktion zugerechnet werden. Für die Steiermark lässt sich aus diesem Grund eine

Aufteilung nach Energiequellen für die Bereitstellung von Strom und Fernwärme nur gemeinsam für öffentliche und unternehmensinterne Anlagen darstellen (Abbildung 4-30).

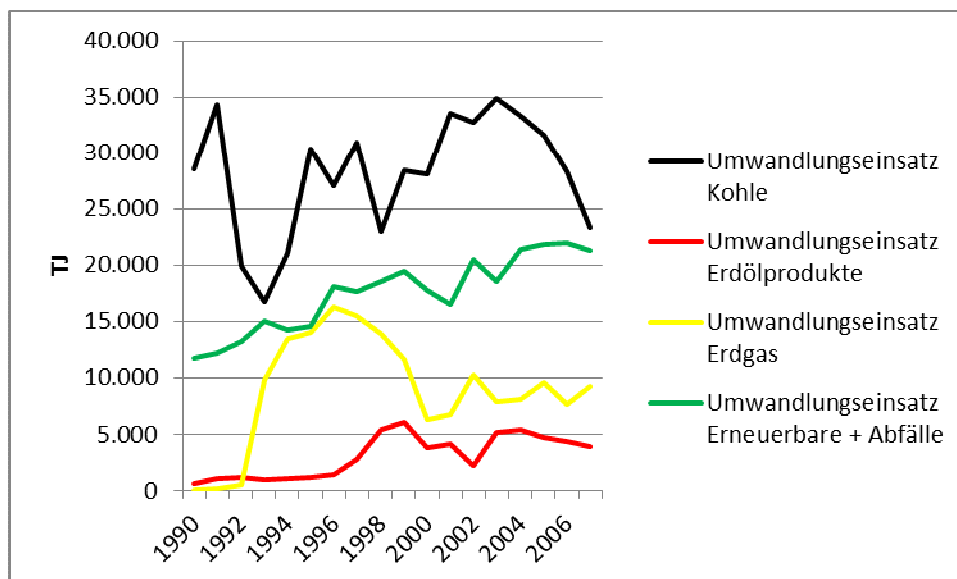


Abbildung 4-30: Umwandlungseinsatz zur öffentlichen und unternehmensinternen Bereitstellung von Strom und Fernwärme in der Steiermark

Daraus ist ersichtlich, dass trotz starken Rückgängen Kohle weiterhin eine wichtige Rolle einnimmt. Fast gleichwertig zu Kohle ist der Einsatz von erneuerbaren Energieformen und Abfällen, vor allem zur Bereitstellung von Wärme. Eine eher geringere Rolle spielen Erdölprodukte und Erdgas, wobei der Erdgaseinsatz mit der Fertigstellung der neuen GuD-Kapazitäten in Mellach ansteigen wird.

Wie oben bereits erwähnt, ist die legislative Handhabe eines Bundeslandes zur Reduktion von THG-Emissionen bestehender Strom- und Fernwärmeversorgungsanlagen relativ gering. Ein Beitrag des Sektors Energiebereitstellung zur Verminderung der THG-Reduktionen könnte jedoch einerseits darin liegen, einen etwaigen Mehrbedarf an Strom und Fernwärme ausschließlich durch Verwendung erneuerbarer Energieträger bereitzustellen, und andererseits durch Hebung ungenutzter Potenziale die ausreichende Bereitstellung erneuerbarer Energie für andere Sektoren zu gewährleisten. Dies reduziert zwar auch auf absehbare Zeit nicht die THG-Emissionen des Sektors Energiebereitstellung, schafft jedoch die teilweise notwendigen Voraussetzungen dafür, THG-Emissionen in anderen Sektoren überhaupt reduzieren zu können.

Für einen detaillierten Abgleich von zusätzlich bereitstellbaren Potenzialen erneuerbarer Energieträger in Rohform sowie Strom und Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern mit einem etwaigen Mehrbedarf an Strom, Fernwärme und erneuerbaren Energieträgern der anderen Sektoren siehe Kapitel 5.

4.6.2 Ergebnisse Salzburg

In Salzburg sind fossile Kraft- bzw. Heizwerkskapazitäten in geringerem Ausmaß vorhanden. Dementsprechend gering sind die THG-Emissionen mit 0,28 Mio. Tonnen CO₂e in Salzburg (Jahr 2008, lt. BLI 1990-2008). Trotz eines Trends von gleichbleibenden THG-Emissionen der letzten 2 Jahrzehnte (Abbildung 4-31) dürfte sich, ausgehend von den Daten des Jahres 2008, in den nächsten Folgejahren der Ausstoß an THG-Emissionen verringern, da in den Fernheizkraftwerken Salzburg Mitte und Salzburg Nord eine tendenzielle Umstellung von Schweröl auf Erdgas erfolgt. Die Stilllegungen der fossilen Heizwerke Salzburg Süd bzw. LKH Salzburg tragen nicht zu diesem Trend bei, da die dadurch entstehenden Emissionsverminderungen wiederum durch die Installation eines 15 MW Gaskessels im Heizkraftwerk Mitte ausgeglichen werden dürften.

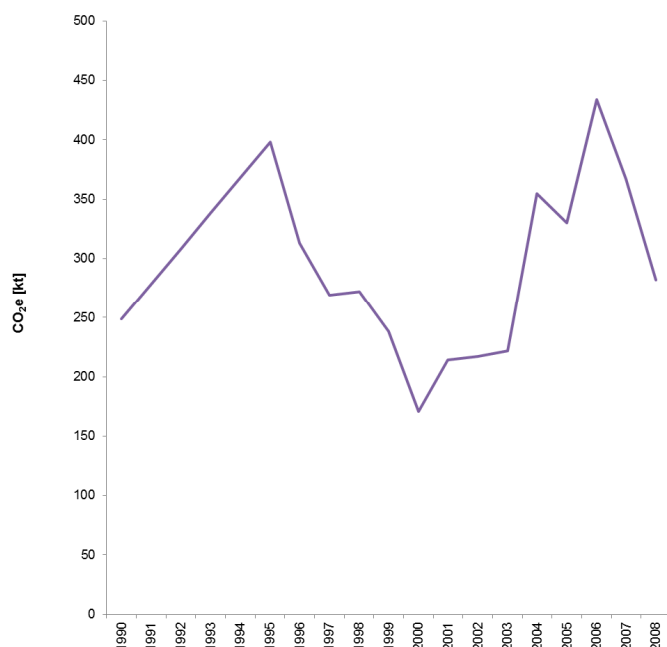


Abbildung 4-31: Entwicklungen der Treibhausgasemissionen des Sektors Energiebereitstellung in Salzburg

Für Salzburg erlaubt eine detailliert aufgeschlüsselte Datenbasis eine Trennung zwischen öffentlicher und unternehmensinterner Bereitstellung von Strom und Fernwärme und ermöglicht somit eine separate Darstellung der öffentlichen Bereitstellung. Kohle ist in Salzburg für diese Zwecke nicht in Verwendung (Abbildung 4-32).

Einen wesentlichen Anteil in der öffentlichen Bereitstellung von Strom und Fernwärme in Salzburg nehmen erneuerbare Energien ein. Davon entfällt der Großteil auf die Produktion von Strom durch Wasserkraft. Ebenso werden Heizwerke zu einem Großteil mit erneuerbaren Energien beschickt. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen werden hauptsächlich durch die fossilen Energieträger Erdgas und Erdöl betrieben, wobei die Tendenz durch die

oben erwähnten Umstellungen bei den KWK-Anlagen in der Stadt Salzburg eher hin zu Erdgas geht.

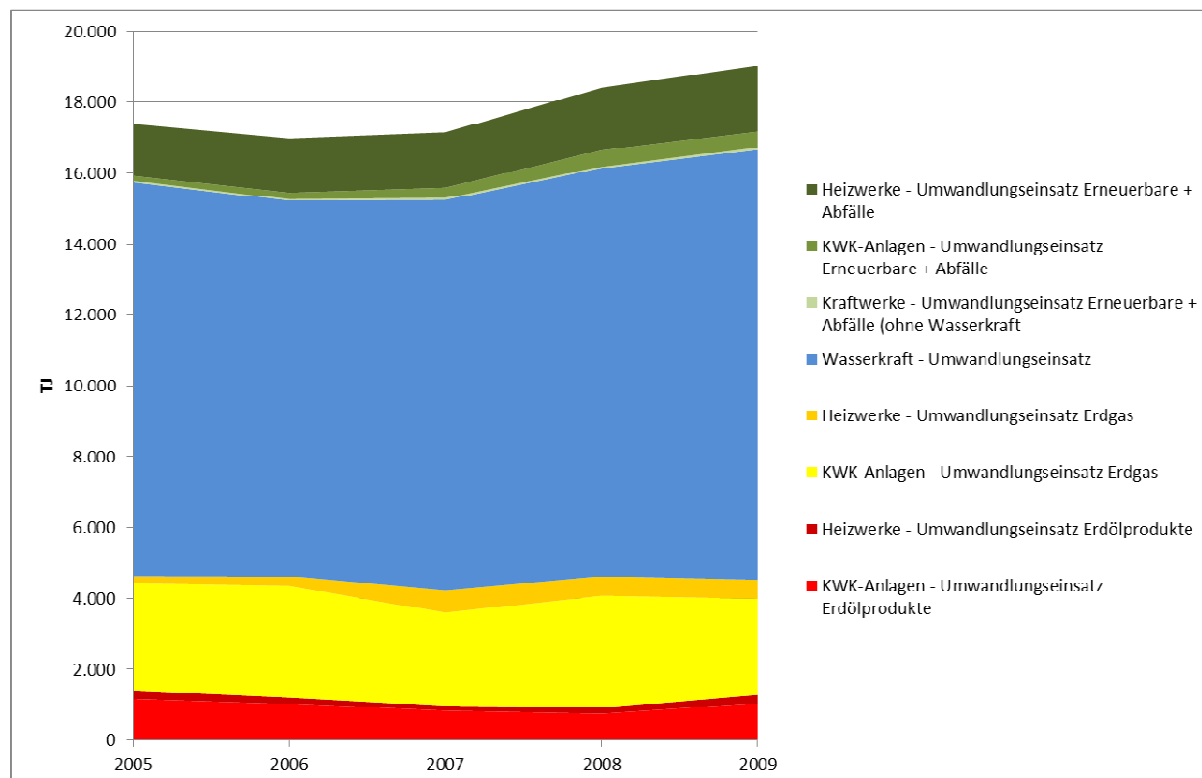


Abbildung 4-32: Umwandlungseinsatz zur öffentlichen Bereitstellung von Strom und Fernwärme in Salzburg

Wie zuvor bereits erwähnt, ist die legislative Handhabe eines Bundeslandes zur Reduktion von THG-Emissionen bestehender Strom- und Fernwärmeversorgungsanlagen relativ gering. Ein Beitrag des Sektors Energiebereitstellung zur Verminderung der THG-Reduktionen könnte jedoch einerseits darin liegen, einen etwaigen Mehrbedarf an Strom und Fernwärme ausschließlich durch Verwendung erneuerbarer Energieträger bereitzustellen, und andererseits durch Hebung ungenutzter Potenziale die ausreichende Bereitstellung erneuerbarer Energie für andere Sektoren zu gewährleisten. Dies reduziert zwar auch auf absehbare Zeit nicht die THG-Emissionen des Sektors Energiebereitstellung, schafft jedoch die teilweise notwendigen Voraussetzungen dafür, THG-Emissionen in anderen Sektoren überhaupt reduzieren zu können.

Für einen detaillierten Abgleich von zusätzlich bereitstellbaren Potenzialen erneuerbarer Energieträger in Rohform sowie Strom und Fernwärme aus erneuerbaren Energieträgern mit einem etwaigen Mehrbedarf an Strom, Fernwärme und erneuerbaren Energieträgern der anderen Sektoren siehe Kapitel 5.

4.7 Darstellung des gesamten Treibhausgas-Einsparungspotenzials der Zielsektoren und Erreichung des THG-Ziels

4.7.1 Steiermark

Das Bundesland Steiermark kann insbesondere in den Bereichen Gebäude und Mobilität Maßnahmen setzen, die zu einer wesentlichen Absenkung der derzeitigen Emissionsmengen führen. Hinsichtlich des Umsetzungsgrades ist zwischen dem Basiszielszenario und dem Innovationszielszenario zu unterscheiden.

Über alle Zielsektoren aggregiert betrachtet führen die im Basisbündel formulierten Maßnahmen zu einer Reduktion der steirischen THG-Emissionen um 23% im Jahr 2020 und um 40% Prozent im Jahr 2030, jeweils gegenüber 2005. Selbst wenn der Umstieg nicht ganz so schnell und/oder stark erfolgt, sichert das Basisbündel damit die Einhaltung des Basiszieles ab.

Mit den im Basisbündel vorgeschlagenen Maßnahmen können die Treibhausgasemissionen in der Steiermark im Sektor Kleinverbrauch (der sich fast zur Gänze aus den Emissionen der Gebäude zusammensetzt) von rund 2.000 kt CO₂e (2005) bis 2020 auf 1.100 kt CO₂e reduziert werden (d.h. um 44%), bis 2030 auf 800 kt CO₂e (d.h. um 60%). Im Bereich Mobilität ist im Basisbündel eine Reduktion der Emissionen von rund 2.900 kt CO₂e (im Bezugsjahr 2005) bis 2020 auf 2.500 kt CO₂e (d.h. um 14%) möglich, bis 2030 auf 1.850 kt CO₂e (d.h. um 37%).

Im Innovationsbündel können die Emissionen im Kleinverbrauch sogar auf 950 kt CO₂e (2020) bzw. 600 kt CO₂e (2030), in der Mobilität auf 2.450 kt CO₂e (2020) bzw. 1.800 kt CO₂e (2030) abgesenkt werden, wobei diese Werte nur dann möglich sind, wenn auch die notwendigen Bundesmaßnahmen gesetzt werden.

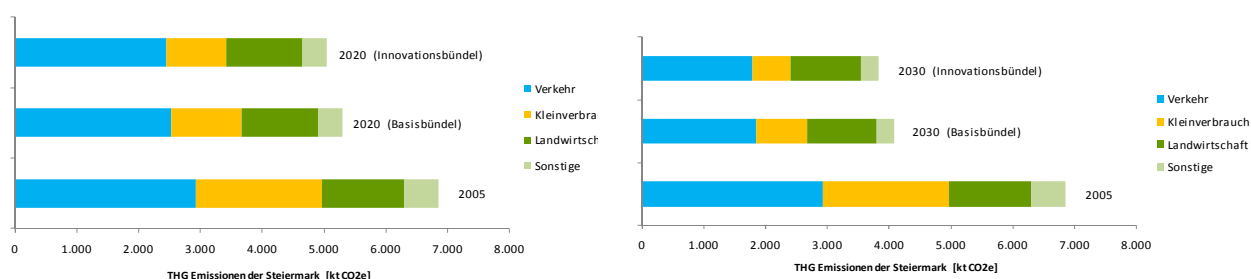


Abbildung 4-33: Reduktionspotenzial der Zielsektoren und Zielerreichung (Steiermark)

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 4-32: Vergleich der THG-Ziele mit den Zielwerten in den unterschiedlichen Szenarien

Veränderung der THG Emissionen durch die Einsparungen in den Zielsektoren		2020	2030
Basis-Szenario (exklusive Bundesmaßnahmen)	Ziele für Steiermark	-16%	28%
	Wirkung der Einsparungen	-17%	-29%
Innovationsbündel (inklusive Bundesmaßnahmen)	Ziele für Steiermark	-33%	-49%
	Wirkung der Einsparungen	-32%	-48%

Den Rückgängen bei den Emissionen liegen entsprechende Rückgänge beim Verbrauch von Energie zugrunde. Werden alle Maßnahmen der Zielsektoren berücksichtigt, können 2020 im Basisbündel rund 15,9 PJ an Endenergie gegenüber 2005 eingespart werden, das entspricht einer Reduktion um 15%. Im Innovationsbündel beträgt die Einsparung rund 31 PJ im Jahr 2020 gegenüber 2005 (dies sind 29%). Für das Jahr 2030 ergibt sich im Basisbündel eine Reduktion um 20% und im Innovationsbündel um 37% gegenüber 2005.

Während der Bedarf an Kohle und Erdölprodukten im Jahr 2020 gegenüber 2005 um zwei bzw. ein Drittel reduziert wird, nehmen Erneuerbare Energieträger deutlich zu, wie der Graphik zu entnehmen ist.

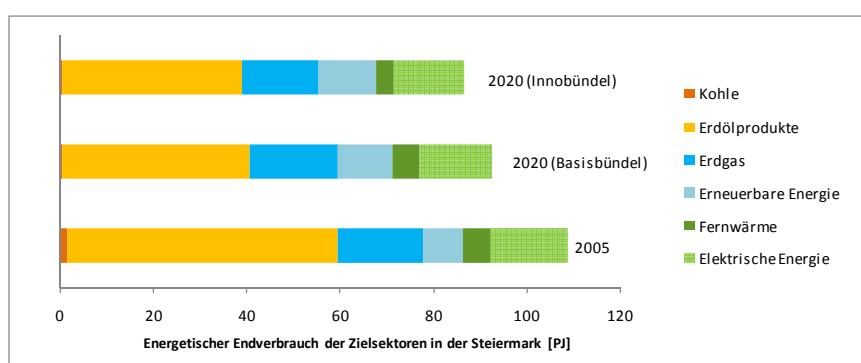


Abbildung 4-34: Veränderung des Energieträgermixes (Steiermark)

Quelle: eigene Berechnungen

4.7.2 Salzburg

In den Bereichen Gebäude und Mobilität liegen die größten Potenziale zur Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Über alle Zielsektoren aggregiert betrachtet führen die im THG-Zielszenario Salzburg formulierten Parameterwerte zu einer Reduktion der THG-Emissionen von 41% im Jahr 2020 und von 52% Prozent im Jahr 2030, jeweils gegenüber 2005 (vergleiche Tabelle 4-33:).

Mit den vorgeschlagenen Wedges können die Treibhausgasemissionen in Salzburg im Sektor Kleinverbrauch (der sich fast zur Gänze aus den Emissionen der Gebäude zusammensetzt) von rund 960 kt CO₂e (in 2005) bis 2020 auf 370 kt CO₂e reduziert werden, bis 2030 sogar auf 230 kt CO₂e. Im Bereich Mobilität ist mit den vorgeschlagenen Wedges eine Reduktion der Emissionen von rund 1.800 kt CO₂e (im Bezugsjahr 2005) auf 1.375 kt CO₂e bis 2020 möglich, bis 2030 auf rd. 1.120 kt CO₂e. Zusätzlich zu den Landesmaßnahmen sind Bundesmaßnahmen zur Reduktion des Kraftstoffexports im Tank

notwendig, um die Erreichung des 2030 Ziels für THG in Salzburg zu gewährleisten. Im Bereich der Landwirtschaft können die THG Emissionen von rund 500 kt CO₂e (in 2005) bis 2020 auf 390 kt CO₂e und bis 2030 auf 360 kt CO₂e reduziert werden (vgl. Tabelle 4-34). Die gesamten Einsparungen in den einzelnen Sektoren sind in Abbildung 4-35 dargestellt.

Tabelle 4-33: Vergleich der THG-Reduktionen mit den Zielwerten Salzburg

Veränderung der THG Emissionen durch die Einsparungen in den Zielsektoren		2020	2030
THG-Zielszenario Salzburg	Ziele für Salzburg (relativ zu 2005)	-30%	-50%
	Wirkung der Einsparungen	-41%	-52%

Tabelle 4-34: THG Reduktionen gegenüber 2005 je Sektor

Treibhausgase nach Wedges	1990	2005	2008	2020	2030	
	kt CO ₂ e			kt CO ₂ e	Reduktion in % geg. 2005	kt CO ₂ e
Verkehr nach Landesmaßnahmen	1.012	1.810	1.617	1.375	-24%	1.120
Verkehr nach Landes- und Bundesmaßnahmen				1.120	-38%	865
Kleinverbrauch*)	828	963	752	369	-62%	233
Landwirtschaft	519	494	492	390	-21%	362
Sonstige	107	117	121	132	13%	153
Summe Zielsektoren	2.466	3.384	2.982	2.011	-41%	1.613

*) Gebäude, mobile Geräte

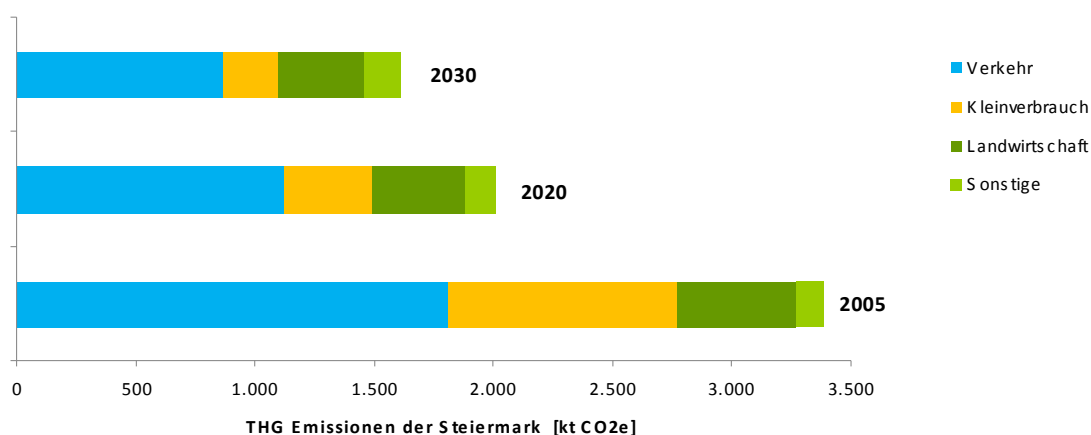


Abbildung 4-35: Reduktionspotenzial der Zielsektoren (Salzburg)

Quelle: eigene Berechnungen

5 Ziel-Erreichung Erneuerbare

In der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Europäisches Parlament und Rat, 2009) wurde für Österreich das verbindliche Ziel festgelegt, beginnend von rund 30,1% (Statistik Austria 2010a) im Jahr 2009 bis zum Jahr 2020 34% des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien zu decken. Der Bruttoendenergieverbrauch ist der um den Eigenverbrauch des Sektors Energie und die Transportverluste erweiterte gesamte Endenergieverbrauch. Als Energie aus erneuerbaren Quellen werden nach der obengenannten Richtlinie der energetische Endverbrauch aus erneuerbaren Energien sowie die Strom- und Fernwärmeproduktion aus erneuerbaren Energien anerkannt.

Das für Österreich geltende Ziel wurde – in der wie in Kapitel 3 beschriebenen ClimReg Methodik – auf die betrachteten Bundesländer heruntergebrochen, sofern nicht wie beispielsweise in Salzburg bundesländerspezifische Ziele vorliegen.

Durch die Darstellung der Wedges in den betrachteten Sektoren ergibt sich eine Änderung des Bruttoendenergieverbrauchs sowie des Bedarfs an Energie aus erneuerbaren Quellen für die Zukunft. Daraus kann der Anteil erneuerbarer Energie als Relation „erneuerbare Energie zu Bruttoendenergieverbrauch“ für die Jahre 2020 und 2030 berechnet und ein Ausblick für das Jahr 2050 getätigt werden. Dies dient auch dazu, Justierungen bei Maßnahmen vornehmen zu können, sollten diese nicht ausreichen, den geplanten Anteil erneuerbarer Energien zu erreichen.

Zur Wahrung der ökologischen Nachhaltigkeit besteht der Anspruch, einen etwaigen Mehrbedarf an erneuerbaren Energien aus regionaler Herkunft decken zu können. Dies wird in einem weiteren Schritt durch eine Gegenüberstellung von heimischen Potenzialen und Mehrbedarf an erneuerbaren Energien geprüft.

5.1 Steiermark

In der Steiermark wurden auf politischer Ebene bisher keine eigenen Ziele bezüglich eines Anteils erneuerbarer Energieträger definiert. Zur Festsetzung des Beitrags der Steiermark am gesamtösterreichischen Ziel wurde deshalb ein Ansatz gewählt, wonach der notwendige Beitrag nicht als eine zu erreichende Relation zwischen Verwendung Erneuerbarer und Bruttoendenergiebedarf angegeben wird, sondern dieser Beitrag als notwendige Ausweitung erneuerbarer Energien in der Steiermark in absoluten Energiemengen definiert ist. Als Aufteilungsschlüssel eines steirischen Beitrags zur gesamtösterreichisch notwendigen Ausweitung wurde der Anteil der Steiermark an der österreichischen Bruttowertschöpfung – das sind 12,5% - verwendet. Gemäß dem verwendeten Ansatz trägt die Steiermark somit mit einer Steigerung erneuerbarer Energieträger von 7,5 PJ zum österreichweiten Ziel bei. Für

die dem Jahr 2020 folgenden Jahre – insbesondere 2030 sowie 2050 – wurden bisher keine detaillierten Ziele festgelegt.

Abhängig von den Anstrengungen aller Sektoren zur Erreichung des Basis- sowie Innovationsziels verändert sich der Bedarf nach Energieträgern. Dabei ist gleichfalls für die Szenarien zur Erreichung sowohl des Basis- als auch des Innovationsziels derselbe Trend zu beobachten (ausgenommen Fernwärme), wenn auch in unterschiedlicher Intensität (Abbildung 5-1).

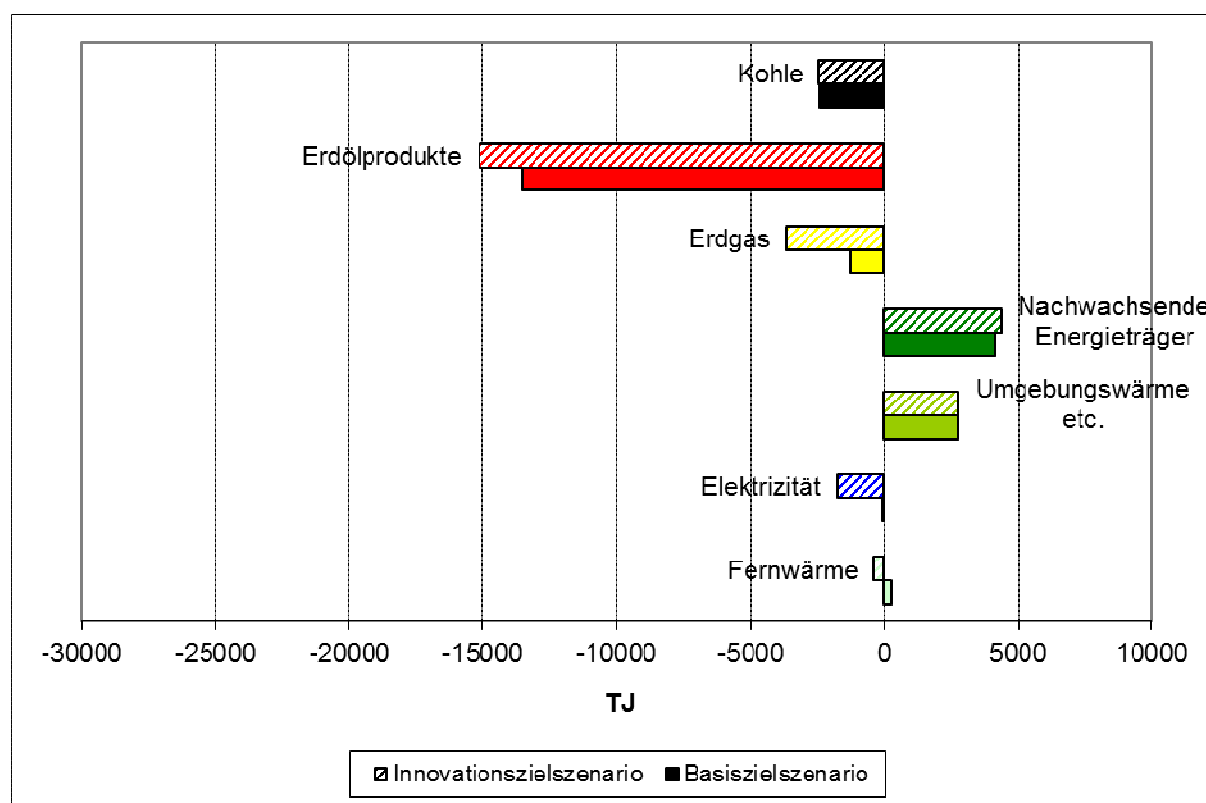


Abbildung 5-1: Änderung der Endenergiebereitstellung in der Steiermark für die Sektoren Mobilität, Gebäude und Produktion im Jahr 2020 im Vergleich zu 2007 (eigene Berechnungen)

Hierbei ist der Bedarf nach Erdölprodukten, aber auch Kohle und Erdgas in allen Szenarien rückgängig. Eine Bedarfsänderung dieser Energieträger kann jedoch jederzeit durch Mehr- bzw. Minderimporte ausgeglichen werden. Dies wird auch für Elektrizität angenommen, wenngleich auch eine heimische Mehrproduktion von Elektrizität durch Erneuerbare (Wasser- und Windkraft, Photovoltaik) für das Ziel des Anteils Erneuerbarer herangezogen werden kann und mit einem weiteren Ausbau/Revitalisierung der Kapazitäten im Ausmaß von 3 PJ bis 2020 gerechnet wird. Relevant jedoch – da nicht in unbeschränktem Ausmaß regional und andernfalls nur mit erheblichem Transportaufwand verfügbar – sind Bedarfsänderungen von nachwachsenden Energieträgern (inkludiert bspw. Brennholz und biogene Brenn- und Treibstoffe), Umgebungswärme (inkludiert Solarthermie) sowie Fernwärme. Diese Formen von Endenergie müssen zur Erreichung der angepeilten

Emissionswerte in ausreichender Menge aufgebracht werden können. Ist dies nicht zu erwarten muss mit geeigneten Mitteln gegengesteuert werden.

Bis zum Jahr 2020 ist mit einem Mehrbedarf bei nachwachsenden Energieträgern in diesen Szenarien von mindestens 4 PJ zu rechnen (siehe Abbildung 5-1), der sich aus den Änderungen der Sektoren bei Durchführung der Handlungsoptionen zur Erreichung der Emissionsziele (Basis- und Innovationsziele) für 2020 ergibt. Für Umgebungswärme beträgt dieser Mehrbedarf mindestens 2,7 PJ (siehe Abbildung 5-1), welcher sich ebenfalls aus den Änderungen in den Sektoren bei Durchführung der jeweiligen Handlungsoptionen ergibt. Der Bedarf an Fernwärme würde in diesem Fall in etwa gleich bleiben bis – hervorgerufen durch eine weitgehende Intensivierung der Gebäudedämmung – leicht sinken. Somit ergibt sich – zusammenfassend – die in Tabelle 5-1 dargestellte Erhöhung der Nachfrage nach erneuerbaren Energieträger bzw. der angenommene exogene Anstieg der Elektrizitätsproduktion bis 2020:

Tabelle 5-1: Anstieg der Erneuerbaren in der Steiermark bis 2020 [PJ]

	Erneuerbare Energieträger Gesamt	Nachwachsende Energieträger	Umgebungs- wärme etc.	Wasserkraft, Wind und Photovoltaik
Basiszielszenario 2020	9,8	bis zu 4,1	2,7	3,0
Innovationszielszenario 2020	10,1	bis zu 4,4	2,7	3,0

An dem erwarteten Zuwachs der Nachfrage nach erneuerbaren Energieträgern bzw. dem exogenen Ausbau von Stromproduktionskapazitäten aus Erneuerbaren im Ausmaß von mindestens 9,8 PJ bis 2020 lässt sich erkennen, dass der beabsichtigte steirische Beitrag von 7,5 PJ an der Erreichung des gesamtösterreichischen Ziels damit erreicht werden kann. Dies stimmt vorbehaltlich der Möglichkeit, diese Mengen an erneuerbarer Energie auch tatsächlich (lokal) aufbringen zu können. Aus diesem Grund wird in einem abschließenden Schritt überprüft, ob die Potenziale hierfür auch lokal bereitgestellt werden können. Die Potenzialschätzungen (Tabelle 5-2) basieren auf Pressl et al. (2009) unter Heranziehung weiterer Expertenmeinungen, insbesondere um Unsicherheiten sowie Hemmnisse der nächsten Jahre für den Ausbau Erneuerbarer in die Abschätzung miteinzubeziehen.

Tabelle 5-2: Potenzial erneuerbarer Energieträger in der Steiermark bis 2020 [PJ]

	Erneuerbare Energieträger Gesamt	Nachwachsende Energieträger	Umgebungs- wärme etc.	Wasserkraft, Wind und Photovoltaik
Potenziale Erneuerbare Energie	15,6	7,5	5,0*	3,1

*Schätzung

Ein Vergleich des errechneten Mehrbedarfs an erneuerbaren Energieträgern mit den lokal bereitstellbaren Potenzialen ergibt, dass der Mehrbedarf an erneuerbaren Energieträgern durch lokales Potenzial weitaus abzudecken ist.

Schlussfolgerungen

Das Ziel der Steiermark für den Ausbau Erneuerbarer Energien bis 2020 kann durch lokal verfügbares Potenzial erneuerbarer Energien erreicht werden.

5.2 Salzburg

Salzburg verzeichnete in den letzten Jahren einen starken Anstieg des Anteils an erneuerbaren Energieträgern am Bruttoendenergieverbrauch. Betrug dieser Anteil im Jahr 2005 noch 33,4%, so stieg er bis zum Jahr 2009 auf 40,4%. Damit liegt Salzburg weit über dem gesamtösterreichischen Durchschnitt und übersteigt somit bereits jetzt jenen Anteil der als Durchschnitt für das gesamte Bundesgebiet für 2020 als Ziel festgelegt ist. Nichtsdestotrotz ermöglicht selbst ein Ausgangswert auf bereits hohem Niveau durch eine weitere Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien eine weitere Unterstützung des österreichischen Ziels von 34%, was ein freiwillig höher gestecktes Ziel für Salzburg sinnvoll erscheinen lässt. Da für Salzburg vonseiten der Landespolitik bereits Ziele definiert wurden, werden diese für die weiteren Berechnungen herangezogen. Konkret ist das Ziel der Salzburger Landesregierung, bis zum Jahr 2020 50% des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen zu decken. Bis zum Jahr 2030 soll dieser Anteil bereits 65% betragen, wobei dann die Stromerzeugung und die Warmwasserbereitung zu 100% aus erneuerbaren Energien gedeckt werden sollen. Für den Zeithorizont 2050 wird völlige Energieautonomie angestrebt, mit dem Zwischenziel für 2040 von 80% erneuerbaren Energien im Allgemeinen und 100% erneuerbare Energien bei Einzelfeuerungen für Raumwärme und Warmwasser (Tabelle 5-3:).

Tabelle 5-3: Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergiebedarf in Salzburg

Jahr	2009	2020	2030	2040	2050
Anteil Erneuerbarer am Bruttoendenergiebedarf	40,4%	50%	65%	80%	100%

Um diese Ziele zu erreichen, müssen in den Sektoren Mobilität, Gebäude und Produktion Maßnahmen gesetzt werden, die Verbrauchsänderungen zur Folge haben – sowohl im Sinne einer Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Energien als auch im Sinne einer generellen Verbrauchsreduktion durch Energieeffizienz.

Die errechneten Verbrauchsänderungen des Salzburgziels für die Jahre 2020 und 2030 sind in Abbildung 5-2 dargestellt.

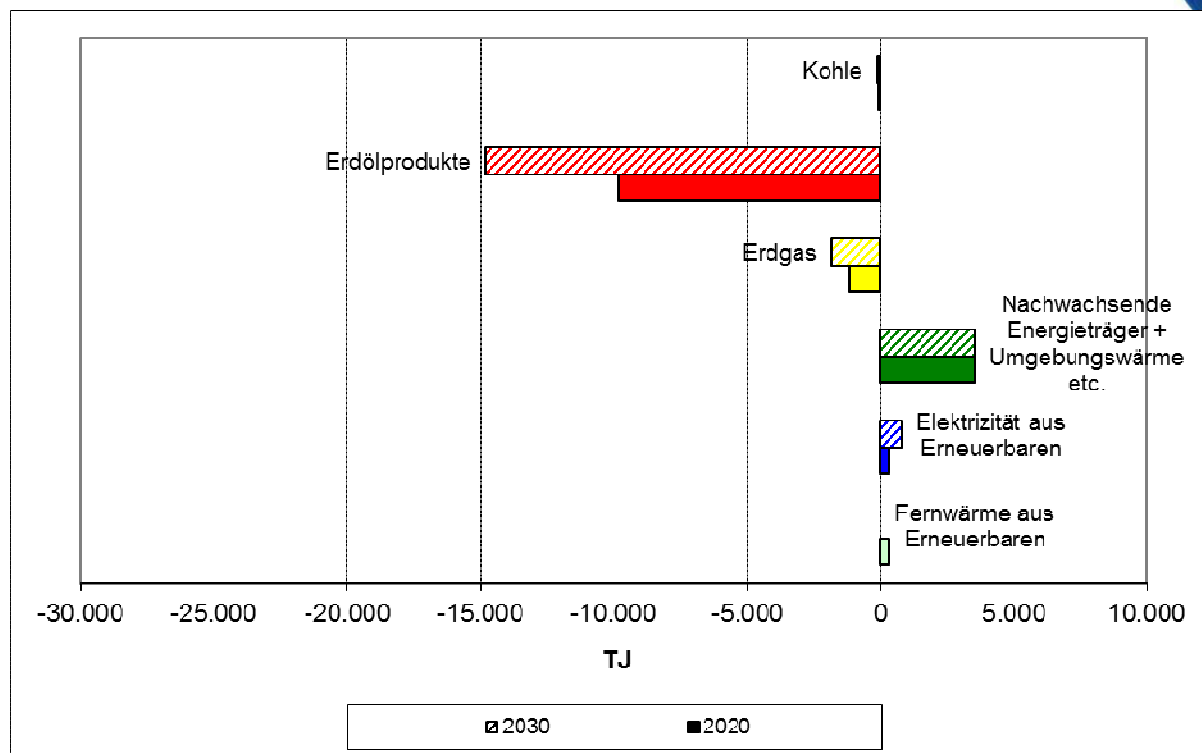


Abbildung 5-2: Änderung des Energiebedarfs in Salzburgziel-Szenario für 2020 und 2030 gegenüber 2009

Die Verbrauchsänderungen des Salzburgzielszenarios zeigen einen eindeutigen Trend hin zu emissionsarmen bzw. emissionsfreien Energieformen. Dabei ist zu beobachten, dass der Bedarf an „Nachwachsenden Energieträgern + Umgebungswärme etc.“ – dies sind erneuerbare Energieträger die nicht zur Produktion von Strom oder Fernwärme verwendet werden – um ca. 3.500 TJ zunimmt. Der Bedarf an Strom aus Erneuerbaren steigt bis 2030 auf ca. 785 TJ, während der Bedarf an Fernwärme aus Erneuerbaren bis 2020 auf ca. 300 TJ steigt und sich dann wiederum aufgrund der energetischen Verbesserung des Gebäudebestandes bis 2030 auf das heutige Niveau reduziert. Zur Maximierung des Anteils erneuerbarer Energien wurde für dessen Berechnungen angenommen, dass etwaige Verbrauchsminderungen von Strom und Fernwärme einzelner Sektoren sich nur in einer Minderproduktion fossilen Stroms und Fernwärme auswirken.

Gleichzeitig wurden für das THG-Zielszenario Salzburg Verbrauchsreduktionen berechnet, die sich aufgrund verstärkter Energieeffizienz ergeben. Abbildung 5-3 stellt dafür den Bruttoendenergieverbrauch der Jahre 2009, 2020 und 2030 dar. Dabei ist zu erkennen, dass der Bruttoendenergieverbrauch von etwa 72 PJ im Jahr 2009 auf etwa 58 PJ im Jahr 2030 zurückgeht.

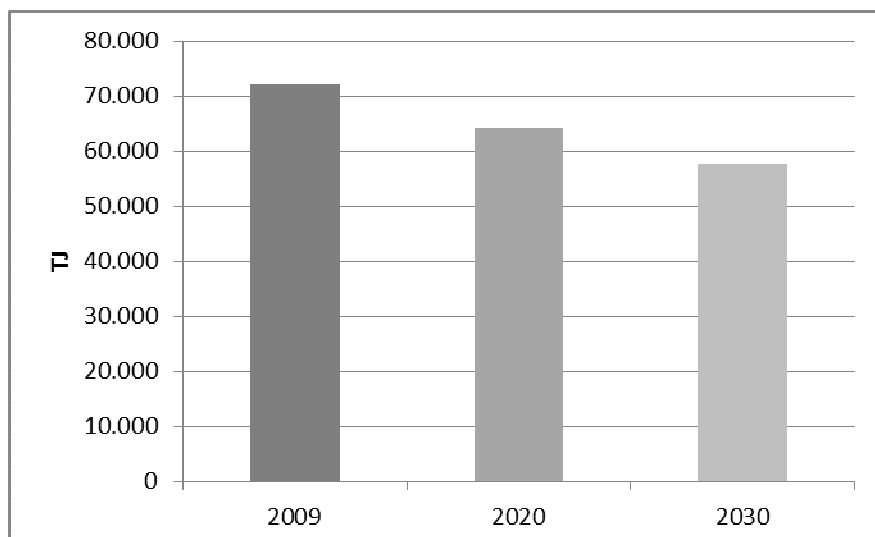


Abbildung 5-3: Bruttoendenergieverbrauch des THG-Zielszenarios Salzburg

Detaillierte Darstellungen der sektoralen Einsparungen und der Berechnungen des Erneuerbaren Ziels zeigen Tabelle 5-4 und Tabelle 5-5 für die Jahre 2020 und 2030. Ausgehend vom energetischen Endverbrauch für 2009 basierend auf der Energiebilanz Salzburg 2009 wird der energetische Endverbrauch für die Sektoren Mobilität⁴, Gebäude und Produktion dargestellt. Zur Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs werden auch der Verbrauch des Sektors Energie sowie Transportverluste bei Strom und Fernwärme berücksichtigt (für diese Werte wird Konstanz gegenüber 2009 unterstellt, wodurch der ermittelte Anteil der Erneuerbaren auf der sicheren Seite liegt). Die durch die Effizienzmaßnahmen erwirkten Energieeinsparungen ergeben die Veränderung des Bruttoendenergieverbrauchs für 2020 und 2030, sowie die Veränderung des Energieträgermixes, der zusammen mit der Verwendung von erneuerbaren Energieträgern in der Strom- und Fernwärmeproduktion die anrechenbaren Erneuerbaren darstellt. Setzt man nun die insgesamt verwendete Menge an erneuerbaren Energien in Relation zum Bruttoendenergieverbrauch, so ergibt sich der Anteil erneuerbarer Energieformen am Bruttoendenergieverbrauch.

⁴ Extra ausgewiesen wird der geschätzte Anteil des Kraftstoffexports im Tank, da dessen Reduktion, die nur durch eine Bundesmaßnahme erwirkt werden kann, wesentlich das Erneuerbare Ziel mit beeinflusst.

Tabelle 5-4: Szenario THG-Ziel: Wirkung auf das Ziel Erneuerbare für 2020

Gesamtenergieverbrauch [TJ]	Stand 2009	Mobilität	davon Gebäude	Produktion	Landwirt- schaft	Szenario 2020
Energetischer Endverbrauch	69.522	25.724	23.739	18.710	1.348	
davon Kraftstoffexport im Tank		3.403				
Verbrauch des Sektors Energie	1.120					
Verluste	1.455					
Summe (Brutto-Endenergieverbrauch)	72.097					
Veränderung 2020 gegen 2009						
		Mobilität	Gebäude	Produktion		
Energetischer Endverbrauch	69.522	-5.519	-1.833	-587		61.582
davon Kraftstoffexport im Tank		-3.403				
Summe (Brutto-Endenergieverbrauch)	72.097					64.157
Erneuerbare Energieträger [TJ]						
Energetischer Endverbrauch Erneuerbare	13.580	421	2.601	411		17.012
Stromproduktion erneuerbar und deren Ausweitung aufgrund der Nachfrage-änderung je Sektor	13.816	329				14.145
Fernwärmeproduktion erneuerbar und deren Ausweitung aufgrund der Nachfrage- ausweitung je Sektor	1.698		293			1.991
Summe (Anrechenbare Erneuerbare)	29.094					33.148
Anteil Erneuerbare [%]	40,4%					51,7%

Tabelle 5-5: Szenario THG-Ziel: Wirkung auf das Ziel Erneuerbare für 2030

Gesamtenergieverbrauch [TJ]	Stand 2009	Mobilität	davon Gebäude	Produktion	Landwirt- schaft	Szenario 2030
Energetischer Endverbrauch	69.522	25.724	23.739	18.710	1.348	
davon Kraftstoffexport im Tank		3.403				
Verbrauch des Sektors Energie	1.120					
Verluste	1.455					
Summe (Brutto-Endenergieverbrauch)	72.097					
Veränderung 2030 gegen 2009						
		Mobilität	Gebäude	Produktion		
Energetischer Endverbrauch	69.522	-7.976	-5.319	-1.155		55.071
davon Kraftstoffexport im Tank		-3.403				
Summe (Brutto-Endenergieverbrauch)	72.097					57.646
Erneuerbare Energieträger [TJ]						
Energetischer Endverbrauch Erneuerbare	13.580	496	2.245	832		17.152
Stromproduktion erneuerbar und deren Ausweitung aufgrund der Nachfrage-änderung je Sektor	13.816	785				14.601
Zusätzliche, über inländischen Bedarf hinausgehende, Ausschöpfung des erneuerbaren Potenzials*)						1.668
Fernwärmeproduktion erneuerbar	1.698					1.698
Summe (Anrechenbare Erneuerbare)	29.094					35.119
Anteil Erneuerbare [%]	40,4%					60,9%

*) damit sind 3/4 des gesamten Potenzials zur Stromproduktion aus Erneuerbaren ausgeschöpft

Bei Durchführung aller Maßnahmen, die für die Erreichung des Salzburgziels (Treibhausgasziel für Salzburg) bis 2020 notwendig sind (inkl. Reduktion des Kraftstoffexports im Tank), wird in diesem Zeithorizont (2020) auch gleichzeitig das Ziel für den Anteil Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch erreicht (siehe Abbildung 5-4:). Dies inkludiert, dass sich ein Kapazitätsausbau zur Produktion von Strom aus erneuerbaren Energieträgern am Bedarf im Land Salzburg orientiert. In anderen Worten: Das Ziel für 2020

wird auch dann erreicht, wenn angenommen wird, dass der Kapazitätsausbau für Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern den zusätzlichen Salzburger Bedarf an Strom aus Erneuerbaren nicht übersteigt.

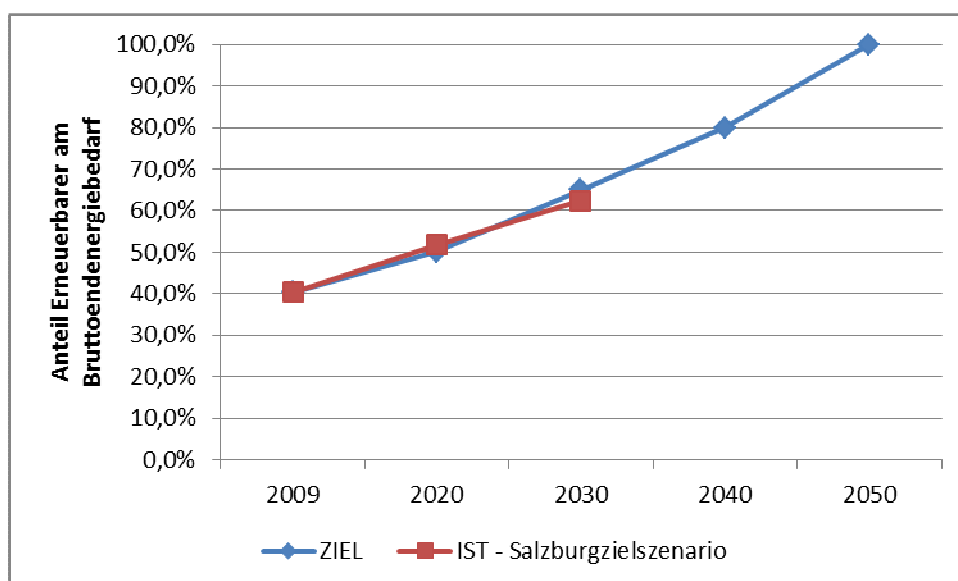


Abbildung 5-4: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch (Annahme für 2030: 3/4 des Ausbaupotentials an Wasserkraft, Windkraft und PV wird realisiert)

Für 2030 wird das angestrebte Ziel von 65% Anteil Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch im Salzburgzielszenario nicht erreicht. Das Ausmaß der Lücke hängt davon ab, in welchem Ausmaß zusätzliche Kapazitäten zur Produktion von Strom aus Erneuerbaren geschaffen werden, die über den Salzburger Bedarf an Strom aus Erneuerbaren hinausgehen. Nimmt man beispielsweise an, dass Stromproduktionskapazitäten aus Erneuerbaren nur in jenem zusätzlichen Ausmaß bereitgestellt werden, in dem der Salzburger Mehrbedarf abdeckt wird, so beträgt die Lücke rund 7%-Punkte. Zudem wäre die Erreichung des Salzburger Subziels für 2030, 100% des Stroms bilanziell⁵ aus erneuerbaren Energien zu gewinnen, nicht gesichert – zumal dessen Erreichung auch von der jährlich schwankenden Stromproduktion fossil befeuerter Kraftwerke in Salzburg abhängt. Nimmt man jedoch an (wie in Abbildung 5-4: dargestellt), dass bis 2030 ¾ des Ausbaupotenzials an Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik realisiert werden (vgl. Tabelle 5-5), so reduziert sich die Lücke auf etwa 4%-Punkte. Damit wäre die Erreichung des Subziels Strom (bilanziell 100% Anteil Erneuerbarer für Stromerzeugung) gesichert. Eine weitere Reduzierung der Ziellücke könnte mit noch stärkeren als den angenommenen (und mittels Expertenmeinungen als realistisch eingestuft) Anstrengungen zur Effizienzsteigerung und dem Fuel Switch erreicht werden.

Die Bedarfsabdeckung an erneuerbaren Energien sollte durch lokales Aufkommen möglich sein womit auch lange Transportwege verhindert werden. Zur Abschätzung der in Salzburg

⁵ D.h. nach Abzug der Nettoexporte

verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien wurde auf Arbeiten von Haslauer et al. (2009) zurückgegriffen und die dabei ermittelten Potenziale gemeinsam mit Salzburger Stakeholdern aktualisiert. Der Großteil davon wird, wie in Tabelle 5-6: ausgewiesen, durch verstärkte Verwendung von nachwachsenden Energieträgern (insbesondere Biomasse fest) und einen weiteren Ausbau von Wasserkraft aufgebracht.

Tabelle 5-6: Potenziale an erneuerbaren Energien in Salzburg (in TJ)

TJ	Erneuerbare Energieträger Gesamt	Nachwachsende Energieträger	Umgebungs- wärme etc.	Wasserkraft, Wind und Photovoltaik
Potenziale Erneuerbare Energie	12,1	7,9	1,0	3,3

Quelle: eigene Berechnungen, Haslauer et al. (2009)

Der im Salzburgzielszenario für das Jahr 2020 berechnete Mehrbedarf an erneuerbaren Energien der Sektoren Mobilität, Gebäude und Produktion (ca. 4,2 PJ) kann durch das lokale Potenzial erneuerbarer Energien bei weitem abgedeckt werden. Durch lokale Potenziale ebenfalls erreichbar ist das definierte Subziel für 2030, 100% Anteil Erneuerbarer für die Stromerzeugung in Salzburg.

Für das Jahr 2050 wurden aufgrund des fernen Zeithorizonts und der damit verbundenen Unsicherheiten keine detaillierten Abschätzungen des Bruttoendenergiebedarfs für die einzelnen Sektoren durchgeführt. Wird davon ausgegangen, dass sich der Bruttoendenergiebedarf wie in den Jahren 2009 bis 2030 linear bis 2050 weiterentwickelt (d.h. die Einsparungen der Sektoren in Summe wie bisher entwickeln) und zudem das gesamte in Salzburg verfügbare Potenzial erneuerbarer Energien vollständig ausgeschöpft wird, so muss noch eine Lücke im Ausmaß von etwa 3-4 PJ durch noch weiter verstärkte Energieeffizienzmaßnahmen geschlossen werden, um das Ziel 100% erneuerbare Energien gemessen am Bruttoendenergieverbrauch zu erreichen.

Schlussfolgerungen

Aus den Berechnungen geht hervor, dass die Anstrengungen des Salzburgzielszenarios ausreichen, um das Ziel 50% Anteil Erneuerbarer am Bruttoendenergieverbrauch für 2020 zu erreichen. Zur Erreichung eines 65%igen Anteils bis 2030 sind jedoch die Kapazitäten an Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik stark auszubauen und die Energieeffizienz-Maßnahmen in den untersuchten Sektoren weiter zu intensivieren. Jedenfalls sind die zur Erreichung der THG Ziele Salzburg für 2020 und 2030 im Land Salzburg lokal verfügbaren Potenziale an erneuerbaren Energien ausreichend. Dennoch sollte – um auch das langfristige Ziel 2050 erreichbar zu halten – schon frühzeitig die Substitution fossiler Energien durch erneuerbare Energien (Fuel Switch) jedenfalls durch deutlich vermehrte Anstrengungen in der Energieeffizienz ergänzt werden. Zum einen wäre zur Zielerreichung des Jahres 2050 eine Fokussierung auf Fuel Switch nicht mehr durch lokal verfügbares Potenzial erneuerbarer Energieträger abdeckbar. Vor allem aber haben Energieeffizienzmaßnahmen hohe positive Nebenwirkungen:

- Die Sanierung von Gebäuden (Erhöhung der Sanierungsrate auf 5% p.a. gegenüber 3% im Salzburgziel-Szenario; die Umsetzbarkeit ist zu prüfen) erhöht die

Wohnbehaglichkeit in dem dann größeren sanierten Baubestand und hat hohe positive Wertschöpfungswirkung

- Die Verwertung von Biogas aus Abfällen in Mikro-KWKs macht Wärme lokal verfügbar und kann Strom zu Spitzenlastzeiten an das Netz abgeben. Dies wäre aufgrund der Lastsituation eine speziell auch für die Salzburger Hotellerie (neben der Gebäudesanierung) einsetzbare Strategie
- Größere öffentliche Gebäudekomplexe, wie z.B. Krankenhäuser, könnten mit innovativen Energiekonzepten (Sanierung und Energieerzeugung) voran gehen.

6 Maßnahmen

Die Entwicklung, Festlegung und Konkretisierung der Maßnahmen, umfasst die Schritte 3 und 4 in der methodischen Darstellung der Vorgangsweise. Im Detail wurden diese jedoch nur für die Steiermark erarbeitet und sind hier zusammenfassend dargestellt.

6.1 Steiermark

6.1.1 Sektor Gebäude

Die wesentlichen Hemmnisse zur Senkung des Energieverbrauchs bzw. der CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebereich lassen sich in die Gruppen Interessenskonflikte, Informationsdefizite und Investitionsbereitschaft zusammenfassen.

Unterschiedliche Studien, Interessensvertreterinnen und -vertreter, sowie Expertinnen und Experten haben schon eine Vielzahl von Maßnahmen vorgeschlagen, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken. Die im Klimaschutzplan der Steiermark ausgearbeiteten Maßnahmenbündel (siehe untenstehenden Tabelle) stützen sich zu einem wesentlichen Teil auf das Förderungsprogramm der Bau-Sozialpartner an Bund und Länder, zur Reduktion des gebäudespezifischen Energieverbrauchs (Amann, (2008)) und auf die im März 2010 veröffentlichte Energiestrategie Österreich (BMLFUW, BMWFJ 2010), welche auch auf andere Bundesländern übertragbar. In der Energiestrategie Österreich ist eine Liste von Maßnahmen und Instrumenten ausgearbeitet worden, die zur Umsetzung der Bundesregierung, den Ländern, den Gemeinden und den Unternehmen vorgeschlagen werden. Generell müssen empfohlenen Maßnahmen so bald als möglich auf den unterschiedlichen dafür zuständigen Ebenen in Angriff genommen werden. Nur dann können auch die ambitionierten Einsparziele aus den Szenarien erreicht werden.

Tabelle 6-1: Maßnahmenbündel Gebäude

Maßnahmenbündel Gebäude
Umfassende Sanierung des Gebäudebestandes (Sanierung)
Umstellung auf effiziente und klimaschonende Heizungen (Heizungs-Switch)
Verstärkte Nutzung von Solaranlagen zur Heizungsunterstützung (Solarthermie)
Erhöhung der Gesamteffizienz von Neubauten (Neubau)
Effizientere Nutzung von Elektrizität in den Haushalten (Stromverbrauchsreduktion)

Die dargestellten Maßnahmenbündel beinhalten die in den genannten Ausarbeitungen definierten Maßnahmen und werden den einzelnen Wedges direkt zugeordnet.

6.1.2 Sektor Mobilität

Die Handlungsoptionen im Bereich Mobilität wurden mit Maßnahmen gefüllt, die in 4 Maßnahmenbündel, wie in Tabelle 6-1 aufgelistet, zusammengefasst wurden. Es wurden die Kosten der Maßnahmen erhoben und deren Nutzen hinsichtlich des THG-Emissionsreduktionspotenzials und der Verringerung bisheriger Aufwendungen (insbesondere Mobilitätsausgaben) angeführt.

Tabelle 6-2: Maßnahmenbündel im Bereich Mobilität

Maßnahmenbündel Mobilität
Schaffung eines ressourcenschonenden Gesamtverkehrsangebots
Anreize für die Nutzung emissionssparender Verkehrsmittel
Effiziente Fahrzeuge und alternative Treibstoffe
Optimierung und Verlagerung des Straßengüterverkehrs

Das Maßnahmenbündel ‚Schaffung eines ressourcenschonenden Gesamtverkehrsangebots‘ zielt auf die Angebotsseite im Verkehr ab. Nur wenn die Alternativen zum motorisierten Individualverkehr ausreichend attraktiv und flexibel gestaltet sind, kann ein Umstieg auf den ÖV und den NMIV erfolgen. Das Angebot allein bringt aber erst dann einen Umstieg mit sich, wenn eine Verhaltensänderung auf der Nachfrageseite eintritt. Maßnahmen zu deren Unterstützung sind im Maßnahmenbündel ‚Anreize für die Nutzung emissionssparender Verkehrsmittel‘ enthalten. Effizienzsteigerungen können einerseits durch einen Umstieg zu energieschonenderen Mobilitätsformen vor sich gehen, andererseits durch neue Technologien im Bereich konventioneller Antriebe, alternativer Antriebe und alternativer Treibstoffe. Maßnahmen dazu sind im Bündel ‚Effiziente Fahrzeuge und alternative Treibstoffe‘ zusammengefasst. Auch wenn der Personenverkehr für den Großteil der THG-Emissionen verantwortlich ist, dürfen Maßnahmen im Güterverkehr nicht außer Acht gelassen werden. Mögliche Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Güterverkehr sind im Bündel ‚Optimierung und Verlagerung des Straßengüterverkehrs‘ dargestellt.

6.1.3 Sektor Produktion

Die in der Steiermark praktizierte, umfassende Einbindung von Stakeholdern erlaubte eine detaillierte und auf breitem Konsens basierende Benennung von Detailmaßnahmen als Präzisierungen von generellen Handlungsmöglichkeiten. Die generellen Handlungsmöglichkeiten im Sektor Produktion sind mit Steigerung der Energieeffizienz und Substitution fossiler Energieträger ident mit denen anderer Sektoren.

Die Handlungsmöglichkeit „Steigerung der Energieeffizienz“ beinhaltet demnach als konkrete Maßnahmen die Senkung des Energiebedarfs in Produktionsgebäuden, die Forcierung von Wärme-Kraft-Kopplung zur Prozesswärmebereitstellung, gesteigerte Abwärmenutzung,

Effizienzsteigerung der Antriebe sowie Prozessintensivierung, Wärmerückgewinnung und Prozessintegration. Insbesondere zur Verwendbarkeit des „Abfallprodukts“ Wärme ist jedoch ein gezieltes Clustern von Betrieben notwendig. Aus diesem Grund besteht auch im Bereich der Flächenwidmung von Gewerbebetrieben Handlungsbedarf, da die synergetische Nutzung von „Abfallprodukten“ durch die Widmung einer hohen Anzahl an Gewerbegebieten erschwert wird.

Für die Handlungsoption „Substitution fossiler Energieträger“ wurde als primärer Schritt die Substitution von Energieträgern mit hohen Emissionsfaktoren benannt. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn zuvor bereits der Energiebedarf durch Effizienzsteigerungen gesenkt wurde. Diese Maßnahme beinhaltet in erster Linie die Substitution von Kohle und Öl durch Erdgas. Aus prozesstechnischen Gründen ist dies mit Ausnahme der Eisen- und Stahlerzeugung sowie der Zementerzeugung in allen Sektoren vorbehaltlich vorhandener Leitungsinfrastruktur zur Gasversorgung möglich. Die Verwendung dieser fossilen Energieträger kann weiters mit der verstärkten thermischen Nutzung von Abfällen vermindert werden. Ebenfalls ermöglicht die expansive Nutzung von Regenerativen Energien zur Bereitstellung von Wärme – wie beispielsweise durch Biomasse oder Solarenergie – eine weitere Reduktion der fossilen Energienutzung und damit eine Reduktion von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen. Allerdings können durch Wärme aus Biomasse und Solarenergie lediglich nur jene Produktionsprozesse abgedeckt werden, deren Wärmebedarf sich im Mittel- bzw. Niedertemperaturbereich befindet.

6.1.4 Sektor Energiebereitstellung

Die Ansprüche an den Sektor Energiebereitstellung bestehen nicht nur in der Reduktion seiner direkt verursachten THG-Emissionen und somit die sparsame Verwendung von Ressourcen zur Energieumwandlung (Elektrizität, Fernwärme), sondern auch und vor allem die ausreichende Bereitstellung von erneuerbaren Energieträgern für die Verwendung in anderen Sektoren. Die Handlungsmöglichkeiten und insbesondere die Handlungsnotwendigkeiten bestehend daher nicht nur in einer Erhöhung der Effizienz in der Energiebereitstellung, sondern auch die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger.

Zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger wurden in einem iterativen Stakeholderprozess zahlreiche Detailmaßnahmen benannt. Eine dieser Maßnahmen betrifft die Steigerung der Aufbringung nachwachsender Energieträger. Als Hemmnis dafür werden die mit der verstärkten Aufbringung einhergehenden Kostensteigerungen und die dadurch entstehenden Wechselwirkungen mit der Industrie (Holz-, Papier- und Zellstoffindustrie) genannt. Weiters sind Erlöse für eine forcierte Biomasseernte für Land/Forstwirte in vielen Fällen nicht ausreichend finanziell attraktiv. Als weitere Maßnahmen sollten der Ausbau der Biomasse-Fernwärme in ländlichen Gebieten sowie der Fernwärmeausbau in Graz forciert werden. Einen forcierten Fernwärmeausbau für Graz hemmen oft bereits bestehende Gasanschlüsse – darum werden keine weiteren Leitungen in betreffenden Gegenden

gebaut. Auch eine sinkende Abnehmerdichte durch wärmetechnische Sanierungen lässt die Attraktivität eines vermehrten Fernwärmeausbaus sinken. Dieses Hemmnis trifft nicht nur auf den Ballungsraum Graz zu, sondern auch insbesondere auf ländliche Gebiete. Ebenso als Maßnahmen diskutiert wurden die forcierte Nutzung von Wasserkraft, Sonnenenergie und Windkraft. Bei der Frage der forcierten Wasserkraftnutzung sind jedoch insbesondere Aspekte der Gewässerökologie, sowie des Natur- und Landschaftsschutzes zu berücksichtigen. Ebenso stehen einem Ausbau der Windkraft oftmals Interessen von Anrainern, Natur- und Landschaftsschützern entgegen. Unumstritten sind eine forcierte Nutzung von Abwärme sowie die verstärkte Nutzung von Abfällen, Reststoffen sowie Deponie- und Klärgas.

Zur Erhöhung der Energieeffizienz sollten Rahmenbedingungen und Förderungen für einen effizienteren Einsatz von nachwachsenden Energieträgern geschaffen werden. Zur Gewährleistung eines möglichst effizienten Einsatzes von Fernwärme sollten Fernwärme-Vorranggebiete aktualisiert und ausgewiesen werden. Für eine effizientere Verwendung von Brennstoffen sollte auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen verstärkt zur Produktion von Elektrizität und Wärme eingesetzt werden. Hierfür bestehen Unsicherheiten, ob diese Technologie insbesondere bei Holzgaskraftwerken bereits genügend ausgereift ist.

7 Kosten und volkswirtschaftliche Auswirkungen

7.1 Methodik

Für die Steiermark wurden auf Basis konkreter Maßnahmen sowohl Kosten erhoben als auch eine Abschätzung der makroökonomischen Effekte vorgenommen. Für Salzburg wurden keine Maßnahmen konkretisiert und die Kosten unter der Annahme, dass in Salzburg ähnliche Maßnahmen durchgeführt würden, wie in der Steiermark abgeschätzt.

7.1.1 Makroökonomische Partialeffekte

Die Ermittlung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Maßnahmenbündel erfolgt auf zwei Stufen. Zunächst – und dies ist der Gegenstand des vorliegenden Abschnitts – wird untersucht, welche Auswirkungen die konkreten neuen Aktivitäten haben, ohne mögliche kompensierende Verhaltensweisen einzubeziehen (es werden die sogenannten „Partialeffekte“ ermittelt). Wenn also zusätzliche Investitionen getätigt werden, so wird ermittelt, welche direkten Wirkungen diese Investitionen haben (in jenen Sektoren, in denen direkt nachgefragt wird), welche indirekten Effekte diese Investitionen haben (etwa weil jene erstgenannten Sektoren, in denen die Investitionsnachfrage auftritt, ihrerseits aus anderen Sektoren mehr Vorleistungen beziehen). Es wird hingegen nicht untersucht, woraus diese Investitionen finanziert werden, und ob auch daraus Rückwirkungen zu erwarten sind. Für letzteres sind jeweils mehrere Varianten denkbar (aus Verschuldung finanziert, aus der Absenkung anderer Investitionen, aus der Reduktion des Konsums etc.), mit jeweils anderen Folgewirkungen. Es werden im vorliegenden Abschnitt also zunächst die „reinen“ Partialeffekte untersucht, ohne Festlegung auf eine spezifische (letztlich aber auftretende) weitere Rückwirkung, etwa aus der Finanzierung der Investition. Ähnliches gilt durch die Maßnahmenbündel für die ausgelöste Reduktion der Energieausgaben. Auch hier wird in der Ermittlung der Partialeffekte nicht weiter der Frage nachgegangen, wofür die KonsumentInnen (oder auch die Unternehmen) nun stattdessen die zuvor für Energienachfrage verwendeten Mittel einsetzen.

Für die Berechnung der makroökonomischen Partialeffekte der Maßnahmenbündel aus den Bereichen Gebäude, Mobilität und Produktion wurde das von JOANNEUM RESEARCH und WIFO zwischen 2003 und 2005 entwickelte Modell MULTIREG herangezogen (Fritz et al. 2005a, Fritz et al. 2005b)).

Das Modell bildet die wirtschaftlichen Verflechtungen auf der Ebene von 32 Wirtschaftsbranchen bzw. Gütern und den neun österreichischen Bundesländern ab und erfasst damit die sektoralen Zuliefer- und Konsumbeziehungen innerhalb eines Bundeslandes wie auch jene zwischen den Bundesländern und mit dem Ausland.

MULTIREG besteht aus der Verbindung mehrerer Modelle:

- regionale Input-Output Tabellen (welche die Lieferströme zwischen den Branchen eines Bundeslandes enthalten),

- eine interregionale Handelsmatrix (welche die Lieferungen verschiedener Güter zwischen den Bundesländern sowie Auslandsexport und -importströme abbildet) sowie
- ökonometrisch geschätzte Zeitreihenmodelle, welche die aus der ökonomischen Theorie abgeleiteten Beziehungen zwischen verschiedenen Variablen (z.B. privater Konsumnachfrage und Haushaltseinkommen, Produktion und Beschäftigung etc.) empirisch quantifizieren und den dynamischen Veränderungen eines Wirtschaftssystems Rechnung tragen.

MULTIREG bildet auf Basis dieser Teilmodelle die für einen Wirtschaftsraum typischen Kreislaufzusammenhänge zwischen Nachfrage, Produktion, Beschäftigung und Einkommen ab (siehe Abbildung 7-1).

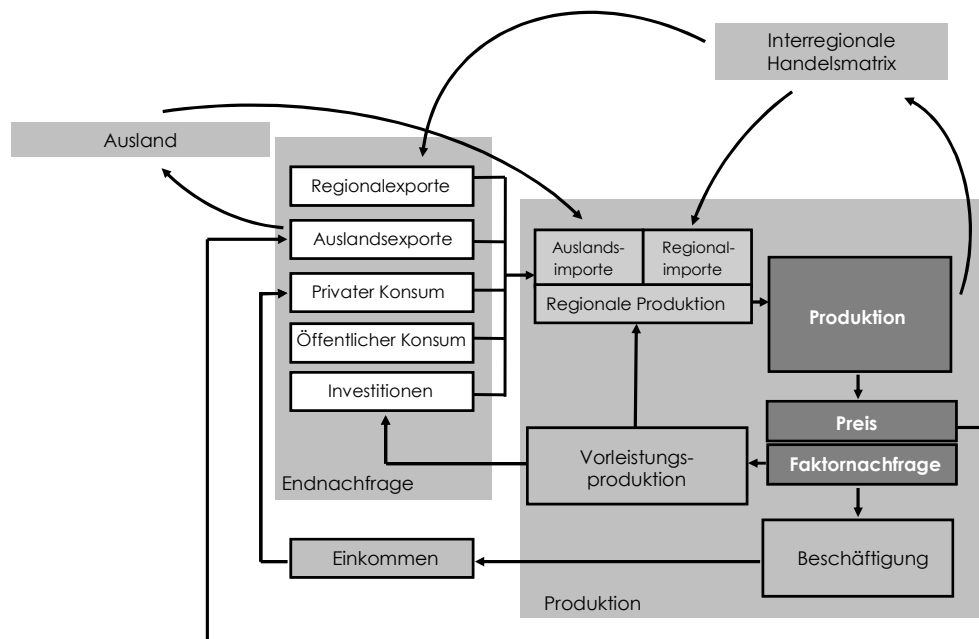


Abbildung 7-1: Modellstruktur MULTIREG

Quelle: JOANNEUM RESEARCH, WIFO (Fritz et al. 2005a).

Verändert sich durch die Maßnahmenbündel die Nachfrage nach und von heimischen und internationalen (interregionalen) Gütern, so kann nun diese Nachfrage in der Region selbst, aber auch durch Importe aus anderen Regionen und Importen aus dem Ausland befriedigt werden. Die im Inland nachgefragten Güter werden im Inland produziert, wobei wiederum Vorleistungen nachgefragt werden. Das daraus resultierende Einkommen erhöht die weitere Nachfrage. Das Modell berücksichtigt auch technologischen Wandel und Änderungen der interregionalen Handelsbeziehungen. Der Gesamteffekt der Wirkungen der Maßnahmenbündel der einzelnen Bereiche lässt sich somit aus drei Teileffekten ableiten:

- direkte Effekte (aus direkten Aufträgen),
- indirekte Effekte (aus Vorlieferverflechtungen) und
- induzierte Effekte (hervorgerufen durch zusätzliche Einkommen)

Im Folgenden werden die Wertschöpfungseffekte und Beschäftigungseffekte für den Bereich Mobilität dargestellt. Wobei die Effekte einerseits für die Investitions- und Betriebskosten und andererseits für die Verringerung bisheriger Aufwendungen (z.B. Einsparung der Energieausgaben oder der Mobilitätsausgaben bei Durchführung eines Maßnahmenbündels) im jährlichen Durchschnitt über den Zeitraum 2010-2030 den jährlichen Investitions- und Betriebskosten gegenübergestellt sind. Die Bruttowertschöpfung bezeichnet die Summe der

während eines Jahres ausbezahlten Faktoreinkommen (Löhne, Kapitalrenditen, Lohnsteuern, Einkommenssteuern, ...) und ist in Mio. € angegeben. Die Veränderung der Beschäftigung wird in Jahresbeschäftigungsverhältnissen (ausgelastete oder zusätzliche Beschäftigung) ausgewiesen.

7.1.2 Makroökonomische Gesamteffekte

Es werden die über die Gesamtwirtschaft wirksamen Finanzierungsrückwirkungen miteinbezogen. Dies bedeutet, dass eine konkrete Annahme getroffen werden muss, wie die zusätzlichen Investitionen finanziert werden, oder wofür die Mittel, die durch geringere Energieausgaben frei werden, eingesetzt werden.

Zurückgegriffen wird dabei methodisch auf eine Weiterentwicklung des am Wegener Zentrum entwickelten Angewandten Allgemeinen Gleichgewichtsmodells für die regionale Wirtschaft (Steininger et al, 2010). Grundannahme ist dabei, dass die wirtschaftlichen Aktivitäten in Form eines Gleichgewichtszustandes darstellbar sind, in dem sich auf den Märkten jene Preise einstellen, die – langfristig – Angebot und Nachfrage in Übereinstimmung bringen. Durch die Einführung einer Politikmaßnahme verändern sich die Nachfrage- und Angebotsbeziehungen, sodass sich ein neuer Preisvektor einstellt, und sich neue Gütermengen ergeben. In welcher Richtung und Größenordnung diese Veränderungen auftreten, gibt uns Auskunft, wie das konkret überprüfte Maßnahmenbündel wirkt.

Zusätzliche Investitionen betreffend sind verschiedene Finanzierungsoptionen denkbar. Im Hinblick auf die makroökonomischen Wirkungen ist jene die konservativste, die unterstellt, dass in gleichem Umfang andere Investitionen und der Konsum reduziert werden, sodass sich also die Budgetposition der Akteure durch das neue Maßnahmenbündel und dessen Investitionen nicht ändert. Die resultierenden Netto-Effekte hängen von der Struktur der Sektoren ab. Wenn z.B. Investitionen in den Bau getätigt werden und dieser ist beschäftigungsintensiver als andere Sektoren, so wird netto damit mehr Arbeitskraft nachgefragt, auch bei Berücksichtigung der in der Gegenrichtung wirksamen Finanzierungsauswirkungen. Wenn gleichzeitig in der Volkswirtschaft Arbeitslosigkeit herrscht, so wird durch diese Ausweitung der Arbeitsnachfrage nunmehr durch die Politik-Maßnahme ein zuvor nicht genützter Wirtschaftsfaktor eingesetzt – und die Wertschöpfung steigt (wie auch das Beschäftigungsvolumen). Dies hat wiederum Rückwirkungen, indem die staatlichen Zuschüsse zum Arbeitsmarktservice dadurch gesenkt werden können, und die Lohnsteuererlöse ansteigen. Beides erhöht die verfügbaren öffentlichen Mittel, und damit eine im Allgemeinen überdurchschnittlich arbeitsintensive öffentliche Nachfrage. Dies löst eine positiv verstärkende weitere Rückwirkungsrunde aus.

Unser Betrachtungshorizont ist langfristig: Wir interessieren uns daher für den Zustand, der eintritt, nachdem alle diese Anpassungsprozesse vollständig stattgefunden haben.

In den Darstellungen wählen wir die vorher genannte konservative Annahme der vollständigen simultanen Gegenfinanzierung. Würden die Investitionen etwa aus erhöhter Verschuldung finanziert (wie es gerade bei öffentlichen Infrastrukturinvestitionen durchaus der Fall ist, oder auch bei privaten Investitionen in die Gebäudesanierung), so wären die Wertschöpfungseffekte größer als die im Folgenden dargestellten. Für diese alternativen

Finanzierungsannahmen stellen die ausgewiesenen Wertschöpfungseffekte eine untere Schranke dar.

Wir weisen im Folgenden nur die Netto-Gesamteffekte der zusätzlichen *Investitionen* aus, weil diese den wesentlichen, relevanten und unter abgesicherten Annahmen ermittelbaren Effekt darstellen. Die Auswirkungen der Umschichtung bei den laufenden Ausgaben werden hingegen von den konkreten Annahmen, in welche Richtung diese Umschichtung geht, im Ergebnis stark gesteuert.

7.2 Steiermark

7.2.1 Mobilität

Der Bereich Mobilität umfasst zu einem überwiegenden Anteil Investitionen in Infrastruktur. Darunter fallen Investitionen, die sich durch den ÖV-Ausbau und den Aufbau der Infrastruktur für die E-Mobilität ergeben. Wesentliche Investitionen werden im Bausektor sowie Fahrzeughandel getätigt. Insgesamt fallen durchschnittlich jährliche Investitionen in Höhe von 300 Mio. € im Basisbündel und 500 Mio. € im Innovationsbündel an.

Im Zeitraum 2010 bis 2030 sind durch die im Innovationsbündel geplanten Investitionen Wertschöpfungseffekte von durchschnittlich 339 Mio. € pro Jahr zu erwarten. Damit verbunden sind rund 4.840 ausgelastete bzw. neu geschaffene Jahresbeschäftigungsverhältnisse jährlich.

Tabelle 7-1: Makroökonomische Partialeffekte des Bereichs Mobilität im Zeitraum 2010 bis 2030

Mobilität gesamt	Basis-bündel	Innovations-bündel
Veränderung der Kosten		
Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten) (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	-70	-125
Zusätzliche Investitionskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr] *)	300	500
Zusätzliche Betriebskosten jährlich (Änderung gegenüber Ref., Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	30	32
Makroökonomische Partialeffekte**)		
Bruttowertschöpfungseffekte der Investitions- und Betriebskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	209	339
Bruttowertschöpfungseffekte der verringerten Aufwendungen jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	-61	-124
Beschäftigungseffekte der Investitions- und Betriebskosten jährlich (Ø2010-2030) [Jahresbeschäftigungsverhältnisse]	3 050	4 840
Beschäftigungseffekte der verringerten Aufwendungen jährlich (Ø2010-2030) [Jahresbeschäftigungsverhältnisse]	-1 140	-2 210

*) Das Ausmaß der notwendigen Investitionen ist dabei stark von der tatsächlichen Entwicklung der fossilen Energiepreise und Steuersätze abhängig.

**) Nicht berücksichtigt sind sekundäre Effekte (wie der Finanzierung resultierender struktureller Veränderungen oder zusätzlicher Konsum durch eingesparte Aufwendungen).

In Tabelle 7-2 werden nun die Netto-Gesamteffekte im Jahr 2020 des Bereichs Mobilität dargestellt. Die getätigten Investitionen schlagen sich in einer Erhöhung des (regionalen) BIP nieder (um 300 Mio. € im Innovationsbündel). Die Beschäftigung kann dadurch ebenso

signifikant erhöht werden. Damit wird die Bedeutung der Maßnahmen für die wirtschaftliche Entwicklung der Steiermark deutlich.

Tabelle 7-2: Makroökonomische Netto-Gesamteffekte

Mobilität gesamt	Basis-bündel	Innovations-bündel
Veränderung der Kosten		
Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten) (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	-70	-125
Zusätzliche Investitionskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr] *)	300	500
Zusätzliche Betriebskosten jährlich (Änderung gegenüber Ref., Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	30	32
Makroökonomische Netto-Gesamteffekte		
BIP regional, Veränderung absolut (im Jahr 2020) [Mio. €]	150	300
Beschäftigung, Veränderung absolut (im Jahr 2020)	2 800	5 500

*) Das Ausmaß der notwendigen Investitionen ist dabei stark von der tatsächlichen Entwicklung der fossilen Energiepreise und Steuersätze abhängig.

Quelle: Wegener Zentrum (2010)

7.2.2 Gebäude

Im Bereich Gebäude werden die geplanten Investitionen in den Maßnahmenbündeln Sanierung, Heizung und Solarthermie durchgeführt. Die Investitionen auf der einen Seite stehen zukünftigen Energieeinsparungspotenzialen gegenüber. In Tabelle 7-3 sind die wirtschaftlichen Auswirkungen der jeweiligen Maßnahmenbündel dargestellt. Im Zeitraum 2010 bis 2030 sind durch die im Innovationsbündel geplanten Investitionen Wertschöpfungseffekte von € 6,5 Mrd. zu erwarten. Daraus resultieren rund 88.000 ausgelastete bzw. neu geschaffene Jahresbeschäftigungsverhältnisse.

Tabelle 7-3: Gesamteffekte des Bereichs Gebäude im Zeitraum 2010 bis 2030

Gebäude	Basis-bündel	Innovations-bündel
Veränderung der Kosten		
Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten) (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	-290	-490
Zusätzliche Investitionskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr] *)	350	500
Makroökonomische Partialeffekte**)		
Bruttowertschöpfungseffekte der Investitions- und Betriebskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €]	224	324
Bruttowertschöpfungseffekte der verringerten Aufwendungen jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €]	-186	-290
Beschäftigungseffekte der Investitions- und Betriebskosten jährlich (Ø2010-2030) (Jahresbeschäftigungsverhältnisse)	3.048	4.381
Beschäftigungseffekte der verringerten Aufwendungen jährlich (Ø2010-2030) (Jahresbeschäftigungsverhältnisse)	-1.905	-2.952

*) Das Ausmaß der notwendigen Investitionen ist dabei stark von der tatsächlichen Entwicklung der fossilen Energiepreise und Steuersätze abhängig.

**) Nicht berücksichtigt sind sekundäre Effekte (wie der Finanzierung resultierender struktureller Veränderungen oder zusätzlicher Konsum durch eingesparte Aufwendungen)

Für den Bereich der Gebäude werden im Rahmen des Innovationsbündels des Klimaschutzplanes 2020 für den Zeitraum 2010 bis 2030 Gesamtinvestitionen von rund € 10 Mrd. veranschlagt. Es wird davon ausgegangen, dass davon rund 75% bzw. € 7,5 Mrd. direkt in der Steiermark investiert werden.

Tabelle 7-4 weist Netto-Gesamteffekte von 270 bzw. 440 Mio. € im Jahr 2020 an zusätzlichen Investitionen und daraus resultierenden 6.000 bzw. 9.000 zusätzlichen Beschäftigungsverhältnissen aus.

Tabelle 7-4: Makroökonomische Netto-Gesamt-Effekte Gebäude

Maßnahmenbündel Gebäude	Basis-bündel	Innovations-bündel
Veränderung der Kosten		
Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten) (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	-290	-490
Zusätzliche Investitionskosten jährlich (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	350	500
Makroökonomische Netto-Gesamteffekte der Investitionen		
BIP regional, Veränderung absolut (Mio. €) (im Jahr 2020)	270	440
Beschäftigung, Veränderung absolut (im Jahr 2020)	6.000	9.000

7.2.3 Produktion

Im Bereich Industrie sind in der Steiermark im Zeitraum 2010 bis 2030 Gesamtinvestitionen von € 565,7 Mio. vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass rund 27% ins Ausland, 24,5% in andere österreichische Bundesländer und 48,6% bzw. € 275 Mio. direkt in der Steiermark investiert werden. Ein Großteil dieser in der Steiermark direkt wirksamen Investitionen wird das Bauwesen betreffen (rund 87%).

Tabelle 7-5 stellt die aus diesen Investitionen für den gesamten Betrachtungszeitraum entstehenden direkten (aus direkten Aufträgen), indirekten (aus Vorlieferverflechtungen) und induzierten (hervorgerufen durch zusätzliche Einkommen) Wertschöpfungs- und

Beschäftigungseffekte für die Steiermark dar. Dabei steigern die betrachteten Investitionstätigkeiten das regionale BIP netto um knapp € 100 Mio. und erhöhen die Beschäftigung – bzw. sichern diese – netto um mehr als 2.200 Vollzeitäquivalente.

Tabelle 7-5: Makroökonomische Netto-Gesamt-Effekte im Sektor Produktion

Maßnahmenbündel Produktion	
Veränderung der Kosten	
Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten) (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	69
Investitionskosten gesamt bis 2020 [Mio. €]	296
Investitionskosten gesamt bis 2030 [Mio. €]	565
Makroökonomische Netto-Gesamteffekte der Investitionen	
BIP regional, Veränderung absolut (Mio. €) (im Jahr 2020)	99
Beschäftigung, Veränderung absolut (im Jahr 2020)	2.226

7.2.4 Energiebereitstellung

Im Bereich Energiebereitstellung führen die für die Steiermark vorgesehenen Maßnahmen zu Kosten von etwa € 995 Mio. bis 2020, wobei ca. 50 % davon auf Investitionskosten entfallen. Dabei sind in den ersten Jahren dieser Betrachtungsperiode tendenziell höhere Kosten zu erwarten als in den letzten Jahren dieser Periode.

7.3 Salzburg

7.3.1 Abschätzung des Investitionsbedarfs im Bereich Gebäude

Zur Erreichung des angestrebten Einsparziels werden erhebliche Mehrinvestitionen notwendig. Die Berechnungsannahmen finden sich im Bericht zur Bewertung ausgewählter Maßnahmen (Tatzber et. al, 2011) welche mit den in ClimReg definierten Parametern abgestimmt wurden (siehe Tabelle 4-1). Die Investitionen und die Energiekosten beziehen sich auf durchschnittliche Energiepreise des 4. Quartals 2011. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass sich die Auswirkungen der einzelnen Handlungsoptionen teilweise substituieren und dadurch die gesamte Energiekosteneinsparung insgesamt geringer ausfällt als die Summe der Einzelpositionen (siehe Tabelle 7-6)

Tabelle 7-6: Investitionsbedarf und Energiekosteneinsparung zur Erreichung des Einsparziels bei Wohngebäuden

Investitionsbedarf Wohngebäude - Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig				
Investitionen in Mio. Euro p.a.	Referenz-szenario	Zusätzlich gegenüber Referenzszenario p.a.	zusätzliche Energiekosteneinsparung gegenüber Referenzszenario im Jahr	
			2020	2030
Sanierung	35	65	15	30
Heizungstausch	12	8	3	4
Solarthermie	20	36	5	7
Neubau	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Stromverbrauchsreduktion	k.A.	k.A.	35	70
Gesamt	67	109	54	107

Zu beachten ist, dass in Tabelle 7-6 nur die Investitionen und Energiekosteneinsparungen für Wohngebäude berechnet wurden. Aufgrund des unzureichenden Wissenstandes über Nichtwohngebäude kann der zusätzliche Investitionsbedarf für diese nur sehr grob abgeschätzt werden. Wird angenommen, dass bei Nichtwohngebäuden Einsparinvestitionen in gleichem relativen Ausmaß wie bei Wohngebäuden notwendig sind, so müssen auf Basis der Energiebilanz (Statistik Austria 2010b) (Vergleich des Endenergiebedarfs der privaten Haushalte mit Endenergiebedarf der privaten und öffentlichen Dienstleistungen) die Investitionen um 50 % erhöht werden (siehe Tabelle 7-7).

Tabelle 7-7: Investitionsbedarf und Energiekosteneinsparung zur Erreichung des Einsparziels bei Wohn- und Nichtwohngebäuden

Investitionsbedarf Gebäude - Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig				
Investitionen in Mio. Euro p.a.	Referenz-szenario	Zusätzlich gegenüber Referenzszenario p.a.	zusätzliche Energiekosteneinsparung gegenüber Referenzszenario im Jahr	
			2020	2030
Sanierung	52	98	22,5	45
Heizungstausch	18	12	4,5	6
Solarthermie	30	54	7,5	10
Neubau	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Stromverbrauchsreduktion	k.A.	k.A.	52,5	105
Gesamt	100	164	81	160

7.3.2 Abschätzung der Kosten im Bereich Mobilität

Eine detaillierte Erhebung der Kosten zur Reduktion der THG Emissionen der einzelnen Handlungsoptionen ist nur möglich, wenn die dazu notwendigen Maßnahmen genügend spezifiziert sind. Dies gilt insbesondere für die Investitionskosten, die anhand konkreter Projekte festgelget 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 herangezogen werden können. Da nun die Phase der Maßnahmenkonkretisierung für *Salzburg 2050 klimaneutral. energieautonom. nachhaltig* noch nicht abgeschlossen ist, wurden die Investitionen im Bereich Mobilität auf Basis der Kostenerhebung, die im Rahmen des Klimaschutzplan Steiermark vorgenommen wurde, berechnet. Das heißt, dass angenommen wurde, dass für die Ermittlung der notwendigen Investitionsvolumina in Salzburg ähnliche Maßnahmen ergriffen werden wie in der Steiermark vorgesehen sind.

Neben den zusätzlichen Investitionskosten werden auch die zusätzlichen Betriebskosten der Investitionen ausgewiesen, die größtenteils etwa für den öffentlichen Verkehr auf Basis durchschnittlicher Kostensätze pro P-km bzw. Kfz-km verfügbar sind. Kommt es etwa durch zukünftige Maßnahmen zu einer Ausweitung der P-km im ÖV so entstehen zusätzliche Betriebskosten in entsprechendem Ausmaß.

Weiters wurde auch die Änderung der Aufwendungen der privaten Haushalte berechnet, für die eine Netto-Kostenersparnis durch eine Reduktion der Verkehrsausgaben aufgrund der verringerten Verkehrsleistung im MIV einerseits und dem Umstieg auf den ÖV bzw. den NMIV andererseits entsteht. Handelt es sich um Maßnahmen der Effizienzsteigerung können die Treibstoffeinsparungen mit Treibstoffkostensätzen pro l Treibstoff berechnet werden. Die variablen Verkehrsausgaben pro gefahrenem Kilometer wurden basierend auf Werten zu Treibstoffpreisen und dem VPI der Statistik Austria (2010c), sowie den Verbrauchszahlen aus dem Emissionskalkulationstool Mobilität berechnet. Sie beinhalten neben den Treibstoffkosten auch Kosten für Reparatur- und Instandhaltung der Fahrzeuge. Die Ausgaben für die Anschaffung der Pkw wurden nicht berücksichtigt, da angenommen wird, dass die Kfz im Besitz der Nutzer bleiben und sich durch einen Umstieg oder eine Reduktion der Kfz-km keine Kostenersparnis ergibt. Für den MIV ergibt sich ein Kostensatz von 13 € Cent/Kfz-km. Aufgrund der Erhebungsmethode und der Untererfassung von Zeitkarten werden die Daten aus der Konsumerhebung der Statistik Austria für den öffentlichen Verkehr nicht für die Berechnung herangezogen, es werden Werte aus anderen Datenquellen berücksichtigt (Litman, 2011, Köppl et al. 2011). Gerechnet wird mit ÖV-Ausgaben von rund 10 € Cent/P-km.

Tabelle 7-8 zeigt die Ergebnisse der Kostenabschätzung für jedes Wedge. Darin enthalten sind die zusätzlichen Investitionskosten, die Betriebskosten pro Jahr sowie die eingesparten Aufwendungen privater Haushalte. Der Anteil der öffentlichen Hand an den Investitionen und Betriebskosten beträgt bei den Wedges Raumstruktur, ÖV und NMIV und beim Ausbau des GV 100%. Bei den alternativen Antrieben tragen die privaten Haushalte die gesamte Kostensteigerung bzw. falls es eine Förderung gibt, jenen Anteil, der nicht gefördert wird. Bei den alternativen Treibstoffen wird angenommen, dass die Infrastruktur bereits vorhanden ist, die erhöhten Produktionskosten allerdings mit 100% von der öffentlichen Hand subventioniert werden.

Tabelle 7-8: Zusätzlicher Investitionsbedarf und Veränderung der Betriebskosten sowie Aufwendungen gegenüber Referenzszenario

Veränderung (Ø2010-2030) [Mio. €/Jahr]	Verringerung der bisherigen Aufwendungen (Betriebs- und Investitionskosten)	Zusätzliche Investitionskosten	Zusätzliche Betriebskosten
Effiziente Raumstruktur	-19	3	0,83
Ausbau des ÖV	-15	57	40
Ausbau des NMIV	-23	3	0,02
Alternative Antriebe	-8	50	-
Optimierung des Güterverkehrs	n.v.	3	n.v.
Emissionsarme konv. Fahrzeuge	-80	-	-
Alternative Treibstoffe	-	2	-

7.3.3 Abschätzung der Kosten im Bereich Produktion

Die Kosten erhöhter Energieeffizienz und der Substitution von Energieträgern (Fuel Switch) können mit etwa € 140 Mio. bis 2030 abgeschätzt werden (jährlich ca. € 7 Mio.), wovon ca. € 56 Mio. bis 2020 anfallen. Es kann angenommen werden, dass in etwa die Hälfte dieser Kosten im Bundesland Salzburg wertschöpfungswirksam wird. Ein Großteil der zu erwartenden Kosten wird durch Private getragen.

Den erhöhten Investitionskosten gegenübergestellt werden können etwaige Einsparungen durch verringerten Energiebedarf. Die tatsächlichen Einsparungen hängen wesentlich von der Entwicklung der Energiepreise ab. Schätzungen zeigen jedoch, dass die zu erwartenden Einsparungen von insgesamt ca. € 360 Mio. (2010-2030) die akkumulierten Kosten bei weitem übersteigen. Die jährlichen Einsparungen liegen bei ca. € 19 Mio.

7.3.4 Energiebereitstellung

Eine Ausweitung der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren um 4 PJ bis 2020 führt in Salzburg zu Kosten von etwa € 400 Mio. bis 2020. Ähnlich wie in der Steiermark dürften ca. 50 % davon auf Investitionskosten entfallen.

8 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick

Obwohl eine Vielzahl von Kompetenzen im Bereich der Klimapolitik in der Hand der Bundesländer liegen, gehen Initiativen auf regionaler Ebene nicht immer zügig voran, zum Teil auch, weil die Entscheidungsträger über nicht ausreichend Information darüber verfügen, welche Maßnahmen zuerst durchgeführt werden sollen, mit welchen THG-Reduktionspotenzialen und Kosten dies verbunden ist und inwiefern dies zu den übergeordneten nationalen oder globalen Reduktionszielen beiträgt.

Die im Rahmen des Projekts ClimReg entwickelte Methodik stellt allen Akteuren und Entscheidungsträgern auf regionaler Ebene eine Entscheidungsgrundlage und ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe die Region ihren Beitrag zur Erreichung der EU 2020 Ziele quantifizieren und analysieren kann, wie sie einen nachhaltigen „low carbon“ Pfad mit einer Zeitperspektive bis 2020/2030 einschlagen kann. Die Methodik konzentriert sich auf den Nicht-ETS Bereich, da Regionen bzw. Bundesländer dabei die größten Gesetzgebungskompetenzen haben. Für den Nicht-ETS Bereich wurden Handlungsoptionen und die dazugehörigen Einsparungen in Energie und THG-Emissionen entwickelt. Zentral für die umfassende Wirkung sind für den gesamten Prozess die intensive Einbindung der Stakeholder, die einen Austausch zwischen Wissenschaft, Landesverwaltung und andere regionalen Entscheidungsträger erlaubt. Diese Stakeholdereinbindung zeigt, welche Handlungsoptionen durchsetzbar sind, und wie sie gestaltet sein müssen, um die Akzeptanz zu erhöhen und Hemmnisse abzubauen. Das Resultat dieses Prozesses ist eine akzeptierte Liste von Handlungsoptionen und Instrumenten mit einem vorgegebenen Zeitplan, der die Umsetzung erleichtert. Dadurch wird ein Monitoring, das die Zielerreichung für einen bestimmten Zeitpunkt kontrolliert, überhaupt erst ermöglicht.

Die Methode zeigt auch auf, welche Handlungsoptionen ein Bundesland mit den eigenen Ressourcen durchführen kann. Es hat sich für die Steiermark als auch für Salzburg gezeigt, dass die Länder grundsätzlich in der Lage sind das regionalisierte EU 2020 THG-Ziel und das Erneuerbare Ziel aus eigener Kraftanstrengung zu erreichen. Jenes THG-Ziel (Innovationsziel-Szenario), das zur Erreichung des 2 Grad-Ziels beiträgt bzw. wie im Fall Salzburgs noch stringenter ist, kann nicht alleine von den Bundesländern bewerkstelligt werden. Insbesondere im Bereich Mobilität wurden auch vermehrt in den Stakeholder Workshops Bundesmaßnahmen gefordert, die die regionalen Maßnahmen und Ziele unterstützen. Dies streicht wiederum die Bedeutung einer föderalen Klimapolitik heraus, die eine koordinierte Vorgangsweise zwischen nationaler und regionaler Klimapolitik erfordert.

Die Stakeholder Workshops haben auch gezeigt, dass eine Vielzahl von Hemmnissen und Barrieren die Durchführung von klimapolitischen Maßnahmen verzögert. Umso wichtiger ist es, eine verbindliche Vereinbarung zwischen den unterschiedlichen Parteien zu erwirken, um die Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen zu erhöhen.

Ist diese Bereitschaft gegeben und mündet sie in einen Beschluss der Landesregierungen, ist der nächste Schritt die Durchführung eines (jährlichen) Monitorings. Das Monitoring zeigt, ob die Landesverwaltungen die Maßnahmen tatsächlich in ordnungs- und fiskalpolitische

Maßnahmen übersetzen können (Gesetzesänderungen, Förderungen, etc.) und sich die Bundesländer auf ihren Reduktionspfaden befinden.

Beinahe jedes Bundesland hat in Österreich einen Klimaschutzplan oder eine Klima- und Energiestrategie. Meist sind Ziele definiert, an die lange Listen von Maßnahmen angehängt sind, selten sind Maßnahmen hinsichtlich des Reduktionspotenzials, der Kosten und Einsparungen und der ökonomischen Auswirkungen der Investitionen quantifiziert. Diese Informationen sowie die Information über die Zielwerte für jedes einzelne Jahr bis zu einem Zeithorizont 2020/2030 sind jedoch relevant und sollten in keinem Klimaschutzplan fehlen. Dadurch wird auch der Bedarf an zielgerichteten Anstrengungen und die Notwendigkeit für rasches Handeln für alle Entscheidungsträger auf Landesebene sichtbar.

9 Literaturverzeichnis

- AMA (Agrarmarkt Austria Marktordnung), BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, 2011): Düngerabsatz nach Bundesländern 2010; duz.lebensministerium.at/duz/duz/download/obj.1077825/pdf.
- Amon, B.; Fröhlich, M.; Weißensteiner, R.; Zablatnik, B.; Amon, T. (2007): Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement in Österreich. Endbericht Projekt Nr. 1441 Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.
http://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=680,
- Amon, B.; Hörtenhuber, S. (2008): Revision der österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) für NH₃, NMVOC und NO_x; Sektor 4, Landwirtschaft. Endbericht. Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik im Auftrag vom Umweltbundesamt. Wien
- Amon, B.; Hörtenhuber, S. (2010): Revision of Austria's National Greenhouse Gas Inventory, Sector Agriculture. Final Report. Division of Agricultural Engineering (DAE) of the Department for Sustainable Agricultural Systems of the University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), study on behalf of Umweltbundesamt GmbH. Wien
- AEE INTEC (2008), Solarwärme 2020 – Eine Technologie- und Umsetzungsroadmap für Österreich. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Anderl, M., Gangl, M., Gugele, B., Ibesich, N., Köther, T., Muik, B., Poupa, S., Pazdernik, K. und Schodl, B. (2009), Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2007, Datenstand 2009, REP-0238, Wien.
- Anderl, M., Gangl, M., Ibesich, N., Pazdernik, K., Poupa, S., Purzner, M., und Zechmeister, A. (2010), Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2008, Datenstand 2010, REP-0295, Wien.
- Anderl M., Freudenschuß A., Friedrich A., et al (2011a): Austria's National Inventory Report 2011. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol, Umweltbundesamt Reports, Band 0308, ISBN: 978-3-99004-110-9
- Anderl M., Haider S., Köther T., Pazdernik K., Purzner M., Stranner G., Poupa S., Wieser M., Zechmeister A. (2011b): Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2011. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution., Umweltbundesamt Reports, Band 0307, ISBN: 978-3-99004-109-3
- Anderl, M., Braun, M., Böhmer, S., Gössl, M., Köther, T., Krutzler, T., Lampert, C., Pazdernik, K., Purzner, M., Poupa, S., Sporer, M., Storch, A., Stranner, G., Wiesenberger, H., Weiss, P., Zechmeister, A., Zethner, G. (2011c). GHG projections and assessment of policies and measures in Austria. Reporting under Decision 280/2004/EC, 15th March 2011, REP-0331

- Beigl, P., Salhofer, S., Liebisch, D., Huber, A. und Stubenvoll, J. (2007), Potenzial für die thermische Verwertung von Abfallfraktionen im Bundesland Salzburg – Kurzfassung, Studie im Auftrag des Amtes der Salzburger Landesregierung, BOKU Wien.
- BMWFJ and BMLFUW (2010), Energiestrategie Österreich 2010, Vienna.
- BMVIT (2007), Verkehr in Zahlen, Wien.
- Bund, Länder (2009), Entwurf: Vereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Art. 15a B-VG über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen“. Wien.
- Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung (2007), Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten, Neuchâtel, Bern.
- Durbin, J. and Koopman, S. J. (2001), Time Series Analysis by State Space Methods. Oxford: Oxford University Press.
- Ekholm, T., Soimakallio, S., Moltmann, S., Hoehne, N., Syri, S. and Savolainen, I. (2010), Effort sharing in ambitious, global climate change mitigation scenarios. Energy Policy 38, 1797-1810.
- EURELECTRIC (2007), The Role of Electricity - A New Path to Secure, Compet-itive Energy in a Carbon-Constrained World, Report of the Union of the Electricity Industry - EURELECTRIC.
- Europäische Kommission (2008a), 20 und 20 bis 2020 – Chancen Europas im Klimawandel, Mitteilungen der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Komm(2008) 30 endgültig, Brüssel.
- Europäische Kommission (2008b), Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, COM(2008)19 final, Brüssel.
- Europäische Kommission (2010), Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Analyse der Optionen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um mehr als 20 % und Bewertung des Risikos der Verlagerung von CO₂-Emissionen, COM(2010) 265, Brüssel.
- Europäisches Parlament und Rat (2009), Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, Brüssel, April 2009.
- Europäisches Parlament und Rat (2002), Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, 2002/91/EG, Brüssel.
- Europäisches Parlament und Rat (2006), Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, 2006/32/EG, Brüssel.
- Friedwagner, A., Kanonier, A., Langthaler, T. and Weixelbaumer, N. (2005), KORS - Verkehrsreduktion durch kompakte Raumstrukturen. IPE (Integrierte Planung und Entwicklung Regionaler Transport- und Versorgungssysteme) Ges.m.b.H, Vienna.

- Fritz, O., Streicher, G., Zakarias, G. (2005a), MultiREG – ein multiregionales, multisektorales Prognose- und Analysemodell für Österreich, in WIFO Monatsberichte 8/2005, Seiten 571-585
- [http://www.wifo.ac.at/www/servlet/www.upload.DownloadServlet/bdoc/PRIVATE25579/MB_2005_08_06_MULTIREG\\$.PDF](http://www.wifo.ac.at/www/servlet/www.upload.DownloadServlet/bdoc/PRIVATE25579/MB_2005_08_06_MULTIREG$.PDF).
- Galarraga, I., Gonzalez-Eguino, M. and Markandya, A. (2011), The Role of Regional Governments in Climate Change Policy. Environmental Policy and Governance 21, 164-182.
- GDI - Gemeinschaft der Dämmstoffindustrie (2009), Market Umfrage, <http://derstandard.at/1234355090961/Experten-fordern-Sanierungs-Verpflichtung-fuer-Bestandsbauten> abgerufen am 10 Juli 2010
- Grazer Energieagentur „GEA“ im Auftrag von der Stadt Graz, der Energie Graz und der Energie Steiermark (2009), Emissionsreduktion durch die Fernwärme im Großraum Graz. Graz.
- Guérin, E. and Spencer, T. (2011), Strengthening the European Union Climate and Energy Package: To Build a Low-Carbon, Competitive and Energy Secure European Union. Iddri and Climate Strategies, Paris.
- Harrer Charlotte, SBAusparkasse (2009), Studie Wohnen und Finanzieren, Wien.
- Hausberger, S. (2010), Erstellung globaler Emissionsdaten für Österreichische Kfz von 1950 bis 2030, Technische Universität Graz, Jänner 2010.
- Haslauer, F., Lechner, H., Bürbaumer, H., Emmerling, B., Jamek, A., Jetzinger, F., Mader, S., Pfaffenbichler, P., Bartenstein, Ch., Danis, A., Tretter, H. (2009), Mittel- und langfristige Handlungsfelder für eine nachhaltige Salzburger Energiepolitik, A.T. Kearny, Studie im Auftrag des Amts der Salzburger Landesregierung.
- Hörtenhuber S., Lindenthal T., Amon B., Markut T., Kirner L., Zollitsch W. (2010): Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. Renewable Agriculture and Food Systems 25 (4), 316–329.
- INFRAS (2005), CO₂-Potenzial des Langsamverkehrs - Verlagerung von kurzen MIV-Fahrten, Zürich.
- IPCC (1997): Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1: Reporting Instruction, Vol. 2: Workbook, Vol. 3: Reference Manual. Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by J.T. Houghton; L.G. Meira Filho; B. Lim; K. Tréanton; I. Mamaty; Y. Bonduki; D.J. Griggs; B.A. Callander, Genf
- IPCC (2000): Report on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Good Practice Report), edited by J. Penman; D. Kruger; I. Galbally; T. Hiraishi; B. Nyenzi; S. Emmanuel; L. Buendia; R. Hoppaus; T. Martinsen; J. Meijer; K. Miwa; K. Tanabe, Japan
- Jungmeier, G., Frankhauser, G., Könighofer, K., & Spitzer, G. (1997), GEMIS - Österreich-energetische Kennzahlen im Prozesskettenbereich, Nutzenergie-Energiedienstleistung. Graz.
- Kapfer M., Rainer C., Gargitter W. (2004), Allokationsplan und zusätzliche Maßnahmen, Analyse des CO₂-Emissionsreduktionspotenzials ausgewählter Maßnahmen aus Sicht

- der Wirtschaft (Alternative Treibstoffe, innovative Technologien und Verkehr),
DENKSTATT Umweltberatung und -management GmbH.
- Käfer, A., Steininger, K., Axhausen, K., Burian, E., Clees, L., Fritz, O., Fürst, B.,
Gebetsroither, B., Grubits, C., Huber, P., Kurzmann, R., Molitor, R., Ortis, G., Palme,
G., Peherstorfer, H., Pfeiler, D., Schönfelder, S., Siller, K., Streicher, G., Thaller, O.,
Wiederin, S. and Zakarias, G. (2009), Verkehrsprognose 2025+, Final Report, Wien.
- Käfer, A. und Steininger, K. (2008), Raumordnung und Klimaschutz: Verkehrsentwicklung
und Emissionsbilanz einer haushälterischen Standortentwicklung im Salzburger
Zentralraum, Endbericht, Oberalm-Graz.
- Kloess, M., Weichbold, A., Könighofer, K. (2009), Technical, Ecological and Economic
Assessment of Electrified Powertrain Systems for Passenger Cars in a Dynamic
Context (2010 to 2050), EVS24 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric
Vehicle Symposium, Stavanger, Norway.
- Koepl, A., Kettner, C., Kletzan-Slamanig, D., Schleicher, S., Schnitzer, H., Titz, M., Damm,
A., Steininger, K.W., Wolking, B., Lang, R., Wallner, G., Artner, H. Karner, A. (2011),
EnergyTransition 2012\2020\2050. Strategies for the Transition to Low Energy and Low
Emission Structures. WIFO Monographien 2/2011, Wien.
- Kribernegg, G. (2010), VERMOSA-Verkehrsmodell Salzburg, Auswertung Netzmodell
Salzburg, Graz.
- Land Salzburg (2006), Salzburger Abfallwirtschaftsplan 2006, Salzburg.
- Land Salzburg, Salzburg AG (2011), Einigung für die in ClimReg zu verwendeten
Emissionsfaktoren als Durchschnittswerte, Mitteilung.
- Land Steiermark, Abteilung 19D (2010), Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2010,
Entwurf, 26. Februar 2010.
- Litman, T. (2011), Evaluating Public Transit Benefits and Costs, Best Practise Guidebook,
Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tranben.pdf>.
- Marsden, G. and Rye, T. (2010), The governance of transport and climate change, Journal of
Transport Geography 18, 669-678.
- Mayer, B., Statistik Austria, (2009), Erhebungsmethode öffentlicher und privater
Dienstleistungen, (persönliche Auskunft).
- Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S. C. B., Frieler, K., Knutti, R., Frame,
D. J. and Allen, M. (2009), Greenhouse gas emission targets for limiting global warming
to 2°C, Nature, Vol 458, 1158-1163.
- Mostbauer, P., Kirchmayr, R., Part, F., Bochmann, G., Pertl, A. (2010), Bioenergie Salzburg
– Betriebsaufnahme bei biogenen Abfällen, Potenziale, optimierte Nutzung von Biogas
und flüssige Energieträger aus Bioabfall, Studie im Auftrag des Amtes der Salzburger
Landesregierung, BOKU Wien.
- OIB Richtlinie 6 (2007), Österreichisches Institut für Bautechnik. Abgerufen am 10.
September 2009 von <http://www.oib.or.at/>
- ÖNORM B 8110-1 (2001), Wärmeschutz im Hochbau - Teil 1: Anforderungen an den
Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen -
Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.

- Pacala, K. and Socolow, R. (2004), Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies. *Science* 305, 968-972.
- Phylipsen, G.J.M. , Bode, J.W., Blok, K., Merkus, H. and Metz, B. (1998), A Triptych sectoral approach to burden differentiation; GHG emissions in the European bubble. *Energy Policy*, 26, 929-943.
- Pressl, J., Krautzer, T., Jauschnegg, H., Pilz, S., Verhounig, E. und Jilek, W. (2009), Energiestrategie 2020 – Möglichkeiten und Realitäten von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in der Steiermark, Sozialpartner Steiermark.
- Puppim de Oliveira, J.A. (2009), The implementation of climate change related policies at the subnational level: An analysis of three countries. *Habitat International* 33, 253-259.
- Spitzer J., Prettenthaler F., Steiner D., Schinko, T., Jagl, A. (2009), Impuls: Energie 2025 – Handlungsoptionen für die Energie- und Klimapolitik der Steiermark, Endbericht, www.impulsstyria.at
- Statistik Austria (2004), Gebäude und Wohnungszählung. Wien: Statistik Austria.
- Statistik Austria (2008), Energiebilanzen Salzburg 1988-2007, Wien.
- Statistik Austria (2009), Standard-Dokumentation Metainformationen zu den Energiebilanzen für Österreich und die Bundesländer. Abgerufen am 15. Juli 2009 von Statistik Austria: http://www.statistik.at/web_de/wcmsprod/groups/gd/documents/stdok/023997.pdf.
- Statistik Austria (2010a), Energiebilanzen Österreich 1970-2009, Wien.
- Statistik Austria (2010b), Energiebilanzen Salzburg 1988-2009, Wien.
- Statistik Austria (2010c), Jahresdurchschnittspreise und -steuern für die wichtigsten Energieträger 2010, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/preise/energiepreise/index.html
- Statistik Austria und Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (2009), Allgemeine Viehzählung Stand 12.2.2009, Wien.
- Tatzber F., Heimrath R., Bericht zur Bewertung ausgewählter Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog des Landes Salzburg, Graz
- UNFCCC (2009), Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009, Distr. GENERAL FCCC/CP/2009/11/Add.1, 30 March 2010.
- UNFCCC (2010), Draft decision -/CP.16 Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention (http://unfccc.int/files/meetings/cop_16/application/pdf/cop16_lca.pdf)
- UNFCCC (2011), Draft report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban 28 November to 9 December 2011, FCCC/CP/2011/L.1
- Wetz, I. (2011); Hemmnisse und Lösungsansätze zur Steigerung der energetischen Sanierungsrate. Diplomarbeit. TU Graz
- Windisch, A. (2009), Entwicklungen und Energieeffizienz im Wohnbau. Österreichische Wohnbaugesellschaft (ÖWG) (persönliche Auskunft).

IMPRESSUM

Verfasser

Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz

Karl Steininger
Leechgasse 25, 8010 Graz
Telefon: +43 (0) 316 380-0
Fax: +43 (0) 316 380-9140
E-Mail: karl.steininger@uni-graz.at
Web: wegcenter.uni-graz.at

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH