

KLIMASCHUTZ UND WÄRMEWENDE REGIONALWIRTSCHAFTLICH BETRACHTET

Wie thermische Gebäudesanierung und die Erneuerung von Heizsystemen zum Jobmotor in Niederösterreich, Salzburg und Tirol werden können

Kurt Kratena



April 2019

Kurt Kratena

CESAR (Centre of Economic Scenario Analysis and Research)

www.cesarecon.at

Fuhrmannsgasse 2A, 1080 Vienna (Austria)

kurt.kratena@cesarecon.at, Tel.: +43 69912233989

Einleitung

In diesem Forschungsprojekt werden positive volkswirtschaftliche Effekte einer Re-Strukturierung im Gebäude- und Heizungsbereich auf Ebene ausgewählter Bundesländer aufgezeigt. Dafür kommen makroökonomische Input-Output Modelle für die drei ausgewählten Bundesländer **Niederösterreich, Salzburg** und **Tirol** zur Anwendung. Ein komplexeres multi-regionales, makroökonomisches Input-Output Modell (mit den einzelnen 27 EU-Ländern als Regionen) wurde bereits vor einigen Jahren zur Analyse von emissionsmindernden Massnahmen im Haushaltsbereich eingesetzt (Arto, et al., 2015).

Für diese Bundesländer werden in zwei Szenarien zur Dekarbonisierung in der Raumwärme Maßnahmenpakete zum (i) Heizsystem-Tausch und (ii) thermischen Gebäudesanierung definiert und berechnet. Dabei werden ausgehend von der Ist-Situation zu Gebäuden und Energieverbrauch im Jahr 2016 zwei unterschiedliche Szenarien zur Entwicklung der Heizsysteme und des Anstiegs der thermischen Sanierungsrate bis 2030 berechnet. Das erste Szenario "**Wärmewende**" nimmt einen signifikanten Ausstieg aus Ölheizungen und - weniger ausgeprägt – aus Gasheizungen und einen signifikanten Anstieg der thermischen Gebäudesanierung an. Das zweite Szenario ("**1,5°-Szenario**") nimmt einen langfristig vollständigen Ausstieg aus Öl und Gas in der Raumwärme sowie einen maximalen Anstieg der thermischen Gebäudesanierung an, wie er für vollständige Dekarbonisierung und Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5° C notwendig wäre.

In einem ersten Schritt wird gezeigt, wie sich beide Maßnahmenpakete (Heizsystem-Tausch und thermische Sanierung) auf den Energieverbrauch für Raumwärme und damit in weiterer Folge auf die direkten CO₂-Emissionen der Haushalte auswirken. In einem zweiten Schritt werden die Effekte des geringeren Endverbrauchs, der Investitionen in Heizsystem-Tausch und Sanierung sowie ihre Finanzierung in die regionalökonomischen Input-Output (IO)-Modelle der drei Bundesländer eingesetzt. Der verwendete IO-Modelltyp kann als **Energie-IO-Modell** beschrieben werden, in

dem das Energiesystem (in physischen Einheiten) voll in das ökonomische Modellsystem integriert ist. Dadurch werden alle Wechselwirkungen zwischen beiden Systemen abgebildet. Dazu zählt einerseits, dass die Reduktion des Energieverbrauchs entsprechend geringere monetäre Energieausgaben nach sich zieht und damit *ceteris paribus* (bei gleichem Einkommen) die Ausgaben für Nicht-Energie-Konsum ansteigen. Teilweise steigt dadurch auch anderer Energiekonsum der Haushalte (PKW-Verkehr) an, was einen Einkommens-"Rebound"-Effekt darstellt. Andererseits schränken die höheren Investitionen für Heizsystem-Tausch oder Sanierung bzw. die Finanzierungskosten dafür *ceteris paribus* den Nicht-Energie-Konsum (direkt oder indirekt über Einkommenseffekte aus den Finanzierungskosten) ein.

Für die Berechnung der volkswirtschaftlichen Effekte werden zwei Versionen der regionalökonomischen IO-Modelle eingesetzt: (i) das IO-Modell für **indirekte Effekte**, (ii) das IO-Modell mit SAM (Social Accounting Matrix) für **indirekte** und **induzierte Effekte**. In (ii) werden neben den Input-Output Verflechtungen, die die indirekten Effekte bewirken, noch jene Effekte berücksichtigt, die durch das zusätzliche Einkommen und den dadurch ausgelösten zusätzlichen privaten Konsum bewirkt werden. Insgesamt fließt somit eine Reihe von ökonomisch relevanten Wechselwirkungen in die Modellrechnungen ein, da sowohl die Sanierungs- und Heizungsinvestitionen als auch der geringere Energiekonsum und die induzierten Effekte den Nicht-Energie-Konsum beeinflussen.

Die IO-Modelle differenzieren weiters den regionalen Außenhandel in Exporte ins und Importe aus dem Ausland einerseits und Exporte in und Importe aus dem Rest Österreichs. Letztere verändern sich in den Modellrechnungen aufgrund der indirekten und induzierten Effekte und bewirken damit Effekte auf Output und Beschäftigung im Rest Österreichs.

1. Staus quo: Gebäudestruktur und Heizsysteme

Der Status quo für Raumwärme in den drei Bundesländern ist durch relativ hohen spezifischen Energieverbrauch pro Nutzfläche (zwischen 180 und 190 kWh/m²) und relativ hohe Anteile von Öl- und Gasheizungen gekennzeichnet. Im Jahr 2016 beträgt dieser Anteil ca. 46% in Niederösterreich, ca. 30% in Salzburg und ca. 41% in Tirol. In den beiden im nächsten Abschnitt definierten Szenarien der Wärmewende und Dekarbonisierung werden diese Anteile bis 2030 signifikant reduziert und durch andere Energieträger ersetzt. Im Sinne der Dekarbonisierung kommen für diesen Ersatz biogene Energieträger, Umgebungswärme (Wärmepumpen) und Fernwärme in Frage.

Die drei zur Verfügung stehenden Datensätze von Statistik Austria (Registerzählung 2011, Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017) enthalten wesentliche Informationen zur Charakteristik der Wohngebäude und des Energieverbrauches der Haushalte. Daraus lässt sich – jeweils getrennt – die Gliederung der Wohnungen (Hauptwohnsitze) in Bundesländern nach (i) Altersklasse, (ii) Nutzfläche und (iii) Heizungssystem (Energieträger) herauslesen. Für die Analyse sehr wertvoll wäre eine Kreuzklassifikation des Wohnungsbestandes nach diesen Charakteristika, die jedoch nicht zur Verfügung steht. Daher wurde zunächst ein konsistenter Wohnungsbestand (was die Summen betrifft) nach Altersklassen und Heizungssystemen berechnet. Zieht man zusätzlich die Daten über die durchschnittliche Nutzfläche und den Energieverbrauch heran, dann lässt sich der spezifische Energieverbrauch (kWh/m² Nutzfläche) nach Heizungssystemen berechnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der Berechnung dieses Indikators zwei unabhängige statistische Quellen kombiniert werden und die resultierenden Werte daher verzerrt und mit statistischen Problemen behaftet sind.

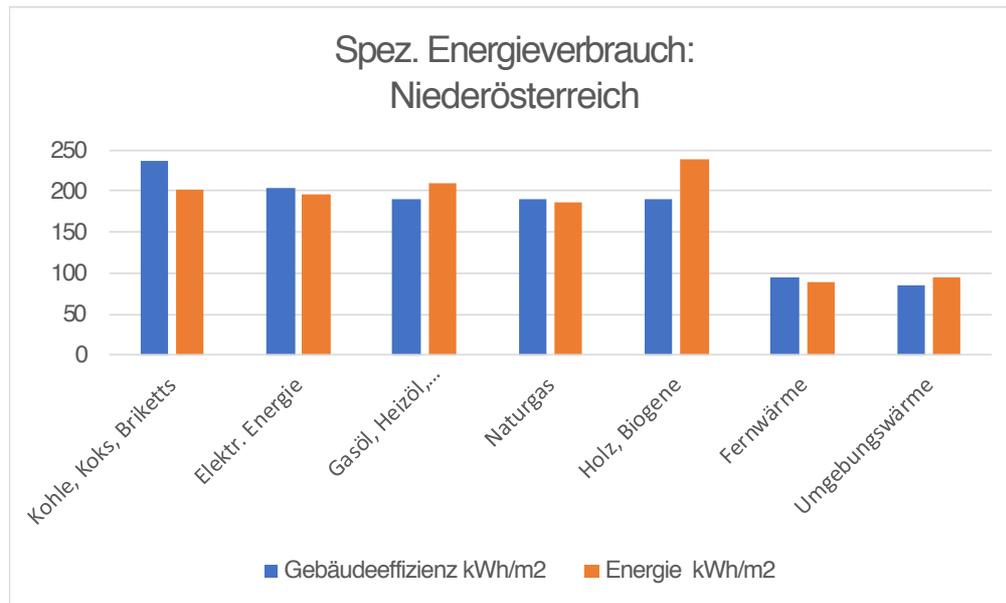
Der spezifische Energieverbrauch (kWh/m² Nutzfläche) zeigt eine große Heterogenität über die Energieträger (Heizungssysteme). Es ist anzunehmen, dass ein Teil dieser Heterogenität auf ebendiese statistischen Probleme oder andere, nicht

beobachtbare Faktoren (unterschiedliches Nutzerverhalten bei unterschiedlichen Heizsystemen, unterschiedliche Wohnungsgröße, etc.) zurückzuführen ist. Die anderen Faktoren, die neben diesem unerklärlichen Rest den Unterschied im spezifischen Energieverbrauch (kWh/m² Nutzfläche) ausmachen und für die Analyse relevant sein können, sind: (i) die Unterschiede in der thermischen Gebäudeeffizienz nach Energieträgern und (ii) die relative Energieeffizienz der unterschiedlichen Technologien nach Energieträgern. Bezüglich (ii) wurde auf Basis der Nutzenergieanalyse die folgenden Annahmen getroffen. Normiert man den spezifischen Energieverbrauch (den Kehrwert der Energieeffizienz) von Ölprodukten mit 1, dann ergibt sich für jene Energieträger, die Ölprodukte im Rahmen der Szenarien potenziell ersetzen sollen, ein **relativer spezifischer Energieverbrauch** von **0,91** für **Holz/Biogene**, **0,45** für **Umgebungswärme** (Wärmepumpen) und **0,76** für **Fernwärme**. Normiert man demgegenüber die Effizienz von Gas mit 1, dann erhält man **relative spezifische Energieverbräuche** von **1,04** für **Holz/Biogene**, von **0,51** für **Umgebungswärme** (Wärmepumpen) und von **0,86** für **Fernwärme**.

Zur Abschätzung des Effektes der Gebäudeeffizienz nach Energieträgern stehen für Österreich jene Daten zum spezifischen Energieverbrauch (kWh/m²) nach Altersklassen der Wohnungen zur Verfügung, die im Energiesystem-Tool ESAT verwendet werden (Kratena, 2018). Es wird nun im Weiteren definiert, dass der Effekt der Gebäudeeffizienz die Unterschiede in der thermischen Gebäudequalität nach Altersklassen der Wohnungen repräsentiert. Der gesamte Indikator **spezifischer Energieverbrauch** (E/m^2) wird somit insgesamt in folgende Komponenten zerlegt: (i) Effekt der Gebäudeeffizienz (E_G/m^2) (ii) (relativer) Heizsystem-Effekt (f_E , s. oben) und (iii) Faktor Sonstiges (f^*): $E/m^2 = E_G/m^2(f_E + f^*)$. Um den Effekt der Gebäudeeffizienz abzuschätzen, musste eben jene fehlende Information zur Kreuzklassifikation der Wohnungen nach Energieträgern und Altersklassen generiert werden. Dafür wurden Wohnungsmatrizen in der Gliederung [Energieträger * Altersklassen] für die drei Bundesländer konstruiert. Die Randwerte dieser Matrizen (Zeilen- und Spaltensummen) sind durch die Wohnungen nach

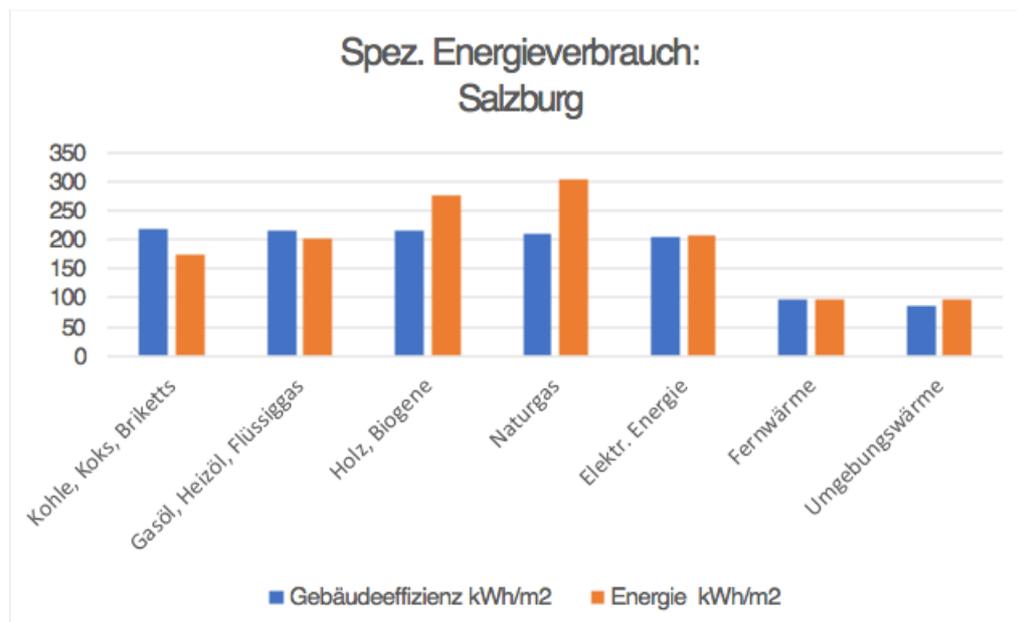
Energieträgern und nach Altersklassen gegeben. In diese Matrix wird nun aufgrund von Annahmen (Vorurteilen bzw. "priors") über die Altersverteilung der Wohnungen nach Energieträgern (z.B.: Fernwärme gibt es erst ab Altersklassen nach 1980, Elektrizität dominiert in der Altersklasse 1960-1980, Kohle dominiert in alten Gebäuden, etc.) eine Struktur und damit eine erste Schätzung eingesetzt. Dann wird die Matrix mit einem Ausgleichsalgorithmus (RAS) so angepasst, dass sie mit den Randwerten (Wohnungen nach Altersklasse und Wohnungen nach Energieträgern) kompatibel ist. Wendet man diese Matrix in Koeffizienten dann auf den spezifischen Energieverbrauch (kWh/m^2) von Österreich nach Altersklassen an, dann erhält man eine Schätzung für den Effekt der Gebäudeeffizienz (kWh/m^2) nach Energieträgern und Bundesländern. Es zeigt sich, dass der so geschätzte Effekt der Gebäudeeffizienz einen Großteil der Heterogenität des spezifischen Energieverbrauches nach Energieträgern erklärt, v.a. die signifikanten Unterschiede zwischen Wohnungen mit fossilen Heizsystemen gegenüber Wohnungen mit Umgebungs- und Fernwärme. Den größten Erklärungswert für den gesamten spezifischen Energieverbrauch hat der Effekt der Gebäudeeffizienz im Fall von Niederösterreich. Im Fall von Salzburg und Tirol werden die Unterschiede innerhalb der fossilen Heizsysteme (v.a. zwischen Kohle und Gas) dadurch weniger gut erklärt.

Graphik 1: Effekt der Gebäudeeffizienz und gesamter spezifischer Energieverbrauch (kWh/m²) nach Heizsystemen: Niederösterreich



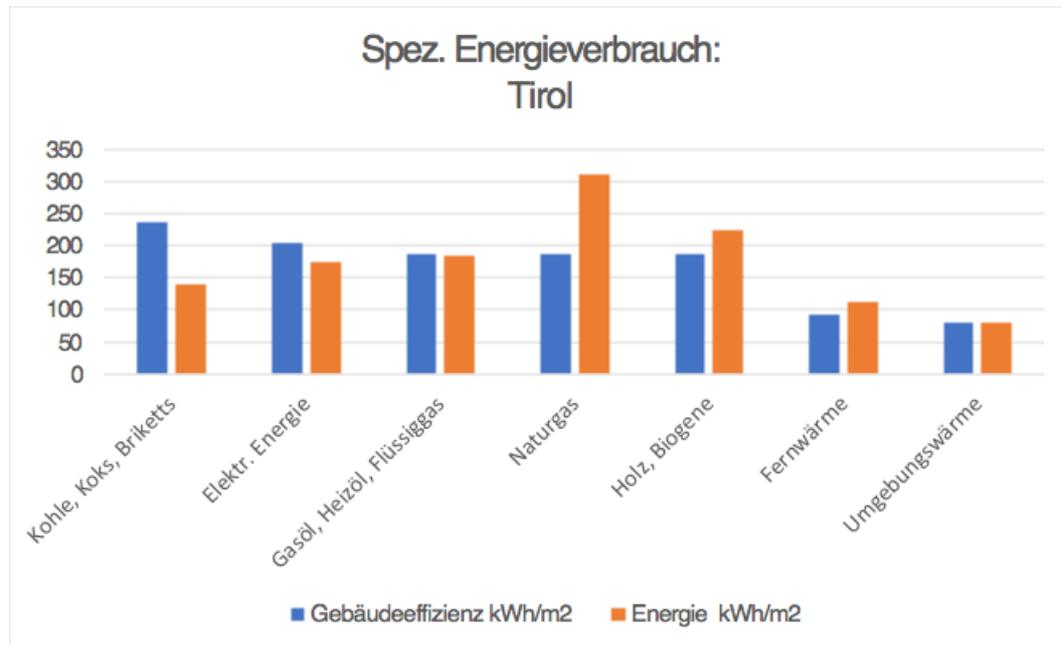
Quelle: Registerzählung 2011, Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 2: Effekt der Gebäudeeffizienz und gesamter spezifischer Energieverbrauch (kWh/m²) nach Heizsystemen: Salzburg



Quelle: Registerzählung 2011, Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 3: Effekt der Gebäudeeffizienz und gesamter spezifischer Energieverbrauch (kWh/m²) nach Heizsystemen: Tirol



Quelle: Registerzählung 2011, Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Nachdem die beiden Faktoren des Effektes der Gebäudeeffizienz und der relative Heizsystem-Effekt berechnet wurden, konnte als Residuum der – quantitativ relativ unbedeutende - Faktor für sonstige Einflüsse berechnet werden. Die ersten beiden Einflussfaktoren spielen eine wichtige Rolle für die Abschätzung der Wirkungen des Heizungssystemtausches und der thermischen Sanierung auf den Energieverbrauch der Haushalte für Raumwärme.

2. Definition von Szenarien der Wärmewende und Dekarbonisierung

Die Definition der Szenarien folgt den Zielsetzungen der einschlägigen Dokumente der österreichischen Energie- und Klimapolitik, sowie den im Rahmen internationaler Klimaabkommen festgelegter Ziele zur vollständigen Dekarbonisierung des Energiesystems.

Die Maßnahmenpakete, die zur Zielerreichung in den Szenarien beitragen sollen, umfassen Maßnahmen, die im Neubau und solche, die im Wohnungsbestand wirken und betreffen Heizsystem-Tausch sowie Sanierung.

Im Neubau sollen einerseits generell die Gebäudeeffizienzklasse A bzw. A+ erreicht werden, was in einigen Bundesländern (Tirol, Kärnten) jetzt schon gelingt (GLOBAL 2000, 2018). Eine weitere Maßnahme, die den Neubau betrifft, ist das Verbot fossiler Energie (Kohle, Öl, Gas) bzw. der Ausstieg aus Ölheizungen im Neubau ab 2020 (BMNT, 2017). Maßnahmen zum Ausstieg aus besonders alten Ölheizsystemen finden sich in zahlreichen Dokumenten der österreichischen Energie- und Klimapolitik, z.B. den sozialverträglichen Ausstieg aus dem fossilen Ölheizungsbestand ab spätestens 2025, beginnend mit Kesseln die älter als 25 Jahre sind. (BMNT, 2017). Für die Sanierung wurden ebenfalls Ziele zum Ausstieg aus fossilen Heizsystemen formuliert, wie z.B. ein "Erneuerbaren-Gebot" (beim Ersatz bestehender Ölkessel sollen erneuerbare Energieträger zum Einsatz kommen, BMNT, 2017).

Für die Sanierung wurde mehrfach das Ziel der Anhebung der thermischen Sanierungsrate auf 2 % im Sinne einer umfassenden Sanierung postuliert (z.B. in BMNT, 2017). Im "Transition-Szenario" in UBA (2017) findet sich der Sanierungsfahrplan zur Verpflichtung der Setzung von Maßnahmen in „einem angemessenen Zeitraum“ (10 Jahre), wenn Gebäude länger nicht saniert wurden. Für die Sanierungsqualität wird generell ein Standard von mindestens <50 kWh/m² bei kleinvolumigen Gebäuden und von <30 kWh/m² bei großvolumigen Gebäuden postuliert, der teilweise jetzt bereits erreicht wird.

Auf Basis dieser Maßnahmenpläne wurde für das Szenario "**Wärmewende**" das Ziel einer Halbierung der Ölheizungen bis 2030 formuliert, was einem kontinuierlichen, aber gemäßigten Pfad des langfristigen völligen Ausstieges aus Ölheizungen entspricht. Gleichzeitig wird in diesem Szenario ein moderater langfristiger Ausstieg aus Gasheizungen unterstellt, was eine Reduktion um rund ein Drittel bis 2030 notwendig macht. Zugleich wird ein Anstieg der Sanierungsrate auf 2% jährlich (im Durchschnitt des gesamten Wohnungsbestandes) für dieses Szenario angenommen. Dabei wird Sanierung im Sinne der umfassenden Sanierung (BMNT, 2017) definiert. Das bedeutet, dass von den folgenden vier Maßnahmen zumindest drei umgesetzt

werden: (i) Fenstertausch, (ii) Sanierung der obersten Geschossdecke, (iii) Fassadendämmung und (iv) Heizkesseltausch.

Für das "**1,5°-Szenario**" wird bereits bis 2030 ein fast vollständiger Ausstieg aus Ölheizungen angenommen (- 90%) und für Gasheizungen bis 2050, was eine Reduktion bis 2030 um die Hälfte bedeutet. Gleichzeitig wird ein Anstieg der Sanierungsrate auf 3% jährlich (im Durchschnitt des gesamten Wohnungsbestandes) für dieses Szenario angenommen.

Um diese Annahmen bezüglich des Heizsystemtausches in ein quantitatives Szenario umzusetzen, das mit den regionalökonomischen IO Modellen simuliert werden kann, mußten zunächst die Effekte auf den Energieverbrauch der Haushalte (s. nächster Abschnitt) berechnet werden. Der erste Schritt besteht in der Festlegung, welche Heizsysteme die Reduktion von Öl- und Gasheizungen kompensieren werden. Hier konnte auf die Auswertung der Daten zur Sanierung in einem der drei Bundesländer (Salzburg) zurückgegriffen werden. Diese wurden – da sie die einzig verfügbare Quelle darstellten - auch auf die anderen beiden Bundesländer übertragen. Es wird somit angenommen, dass **Ölheizungen** zu **35%** durch **Holz/Biogene**, zu **55%** durch **Umgebungswärme** und zu **10%** durch **Fernwärme** ersetzt werden. **Gasheizungen** werden annahmegemäß zu **15%** durch **Holz/Biogene** ersetzt, zu **35%** durch **Umgebungswärme** und zu **50%** durch **Fernwärme**.

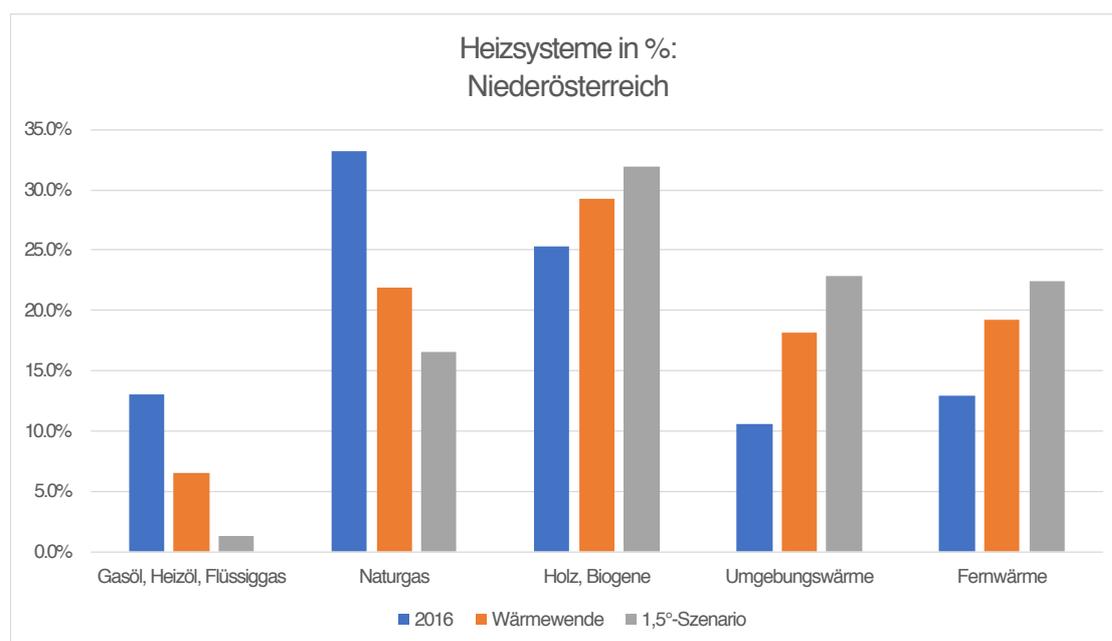
Tabelle 1 und Graphik 4 bis 6 stellen diese Umschichtungen in der Struktur von Heizsystemen – ausgehend vom Status quo – für die drei Bundesländer dar. Dabei zeigt sich, dass beide Szenarien ein Bild des mittelfristigen "outfading" von Ölheizungen zeichnen. Für Gasheizungen trifft das im Falle der beiden Bundesländer Salzburg und Tirol ebenfalls zu, nicht jedoch für Niederösterreich, wo der Anteil der Gasheizungen im Status quo relativ hoch ist.

Tabelle 1: Anteile der Heizsysteme (in %): Staus quo, "Wärmewende" und "1,5°-Szenario" (2030)

Niederösterreich	Heizsysteme in %		
	2016	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	13.1%	6.5%	1.3%
Naturgas	33.2%	21.9%	16.6%
Holz, Biogene	25.3%	29.3%	31.9%
Umgebungswärme	10.6%	18.2%	22.9%
Fernwärme	13.0%	19.2%	22.4%
Salzburg	2016	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	19.9%	9.9%	2.0%
Naturgas	9.8%	6.5%	4.9%
Holz, Biogene	20.0%	24.0%	27.0%
Umgebungswärme	9.1%	15.8%	20.7%
Fernwärme	29.9%	32.5%	34.1%
Tirol	2016	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	31.2%	15.6%	4.4%
Naturgas	9.5%	6.2%	4.7%
Holz, Biogene	23.6%	29.6%	33.7%
Umgebungswärme	10.3%	20.0%	26.7%
Fernwärme	15.7%	18.9%	20.7%

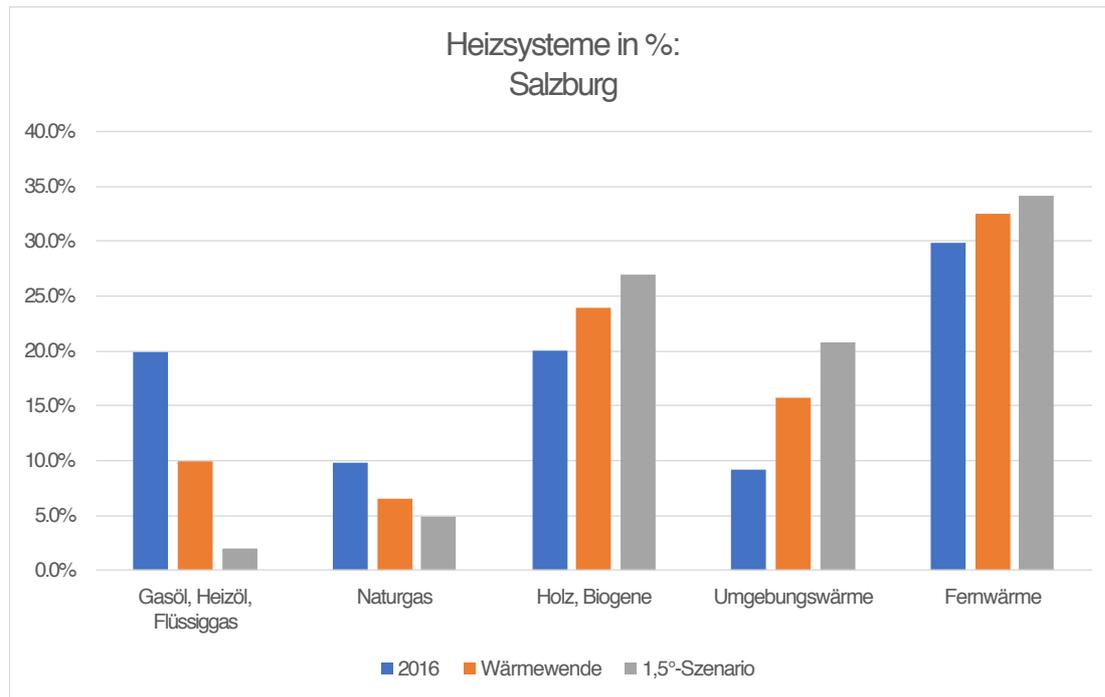
Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 4: Anteile der Heizsysteme (in %): Staus quo, "Wärmewende" und "1,5°-Szenario" (2030): Niederösterreich



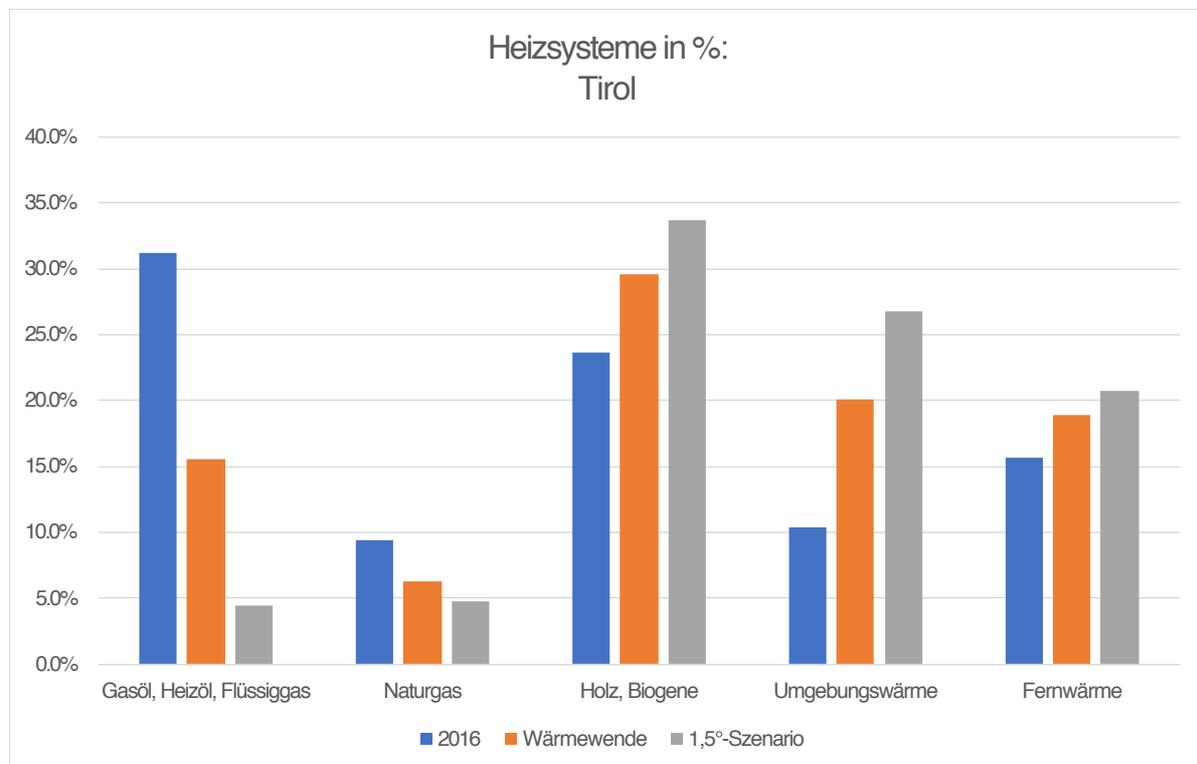
Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 5: Anteile der Heizsysteme (in %): Staus quo, "Wärmewende" und "1,5°-Szenario" (2030): Salzburg



Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 6: Anteile der Heizsysteme (in %): Staus quo, "Wärmewende" und "1,5°-Szenario" (2030): Tirol



Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

3. Energie- und CO₂-Effekte der Wärmewende und Dekarbonisierung

Um den Effekt des Heizsystemtausches, der im letzten Abschnitt beschrieben ist, auf den Energieverbrauch der Haushalte zu berechnen, müssen die oben dargestellten Daten mit den Annahmen zu den Szenarien verknüpft werden. Der **relative spezifische Energieverbrauch** und die im letzten Abschnitt beschriebene Substitution von Öl- und Gasheizungen durch die anderen Energieträger stellt die wesentlichen Eingangsdaten für die Simulation des Heizungstausches dar. Für den Heizungstausch wird angenommen, dass der **Effekt der Gebäudeeffizienz (E_G/m^2)** unverändert bleibt und sich die Struktur der Heizungssysteme (die Verteilung auf Gebäude) ändert. Ersetzt daher z.B. Fernwärme, die derzeit einen Faktor der Gebäudeeffizienz von 90 kWh/m² aufweist, eine Gasheizung in einem Gebäudebestand mit 180 kWh/m², dann wird diese Gebäudeeffizienz berücksichtigt (und nicht die, die sich im jetzigen Bestand für Fernwärme ergäbe, nämlich 90 kWh/m²). Die **relative Energieintensität** von Holz/Biogene, Umgebungs- und Fernwärme wird beim Heizungstausch berücksichtigt und ändert sich beim Umstieg von Öl und Gas auf andere Energieträger. Dabei wird – gemäß den Konzepten der Energiebilanz – die sich bei der Substitution von Öl und Gas durch Umgebungswärme aufgrund der relativen Energieintensität ergebende Energiemenge im Verhältnis 0,33 zu 0,67 auf elektrische Energie (Input für Wärmepumpen) und Umgebungswärme (natürliche Primärenergie) aufgeteilt. Diese beiden Faktoren (neue Gebäudeeffizienz E_G/m^2 und neue relative Energieeffizienz f_E) bestimmen den Energieeffekt des Heizsystemtausches, der Faktor für sonstige Einflüsse (f^*) bleibt gleich.

Für die Simulation von Sanierungsmaßnahmen werden die beiden Faktoren (f_E und f^*) gleich gehalten und der **Gebäude-Effekt (E_G/m^2)** sinkt für den sanierten Gebäudebestand auf **45 kWh/m²**. Es wird angenommen, dass sich die Sanierungsmaßnahmen auf den Gebäudebestand der Altersklassen von 1945 bis 1990 konzentrieren und es wird in jedem der drei Bundesländer für diesen Gebäudebestand jene Sanierungsrate angewandt, die in Summe des

Gebäudebestandes die Sanierungsrate des jeweiligen Szenarios (2% bzw. 3%) ergibt. Um die Investitionssummen zu berechnen, die mit diesen Anstiegen der Sanierungsrate verbunden sind, muss der Ausgangszustand der Sanierungsrate in den Bundesländern vorliegen. Die hier verwendeten Daten stammen aus dem Datenbestand zu Sanierungen im Rahmen der Wohnbauförderung in den Bundesländern und ergeben eine **Sanierungsrate** (2016) für **Niederösterreich** von **0,4%**, für **Salzburg** von **0,2%** und für **Tirol** von **0,6%**. In dem Ausmaß, in dem Sanierungen ohne Inanspruchnahme der Wohnbauförderung durchgeführt werden – was in den letzten Jahren v.a. in Salzburg der Fall war – werden damit die aktuellen Sanierungsraten unter- und die notwendigen Investitionen überschätzt.

Der Faktor der Gebäudeeffizienz und der Faktor des relativen spezifischen Energieverbrauches bewirken für den Heizungstausch insgesamt geringfügige Rückgänge des Energieverbrauches in den drei Bundesländern (Tabelle 2) von ca. 1,5% (Niederösterreich und Salzburg) und 3,4% (Tirol). Dabei steigt der Verbrauch von Umgebungswärme und teilweise auch von Fernwärme (Niederösterreich) bei isolierter Betrachtung des Heizungstausches massiv an, in geringerem Ausmaß auch der Verbrauch von Holz/Biogene und von elektrischer Energie (Wärmepumpen). Der starke Anstieg von Fernwärme im Falle Niederösterreichs ist auf den hohen Anteil von Gasheizungen im Status quo zurückzuführen, die in den Szenarien annahmegemäß zu 50% durch Fernwärme ersetzt werden.

Tabelle 2: Effekte auf den Energieverbrauch (2030)

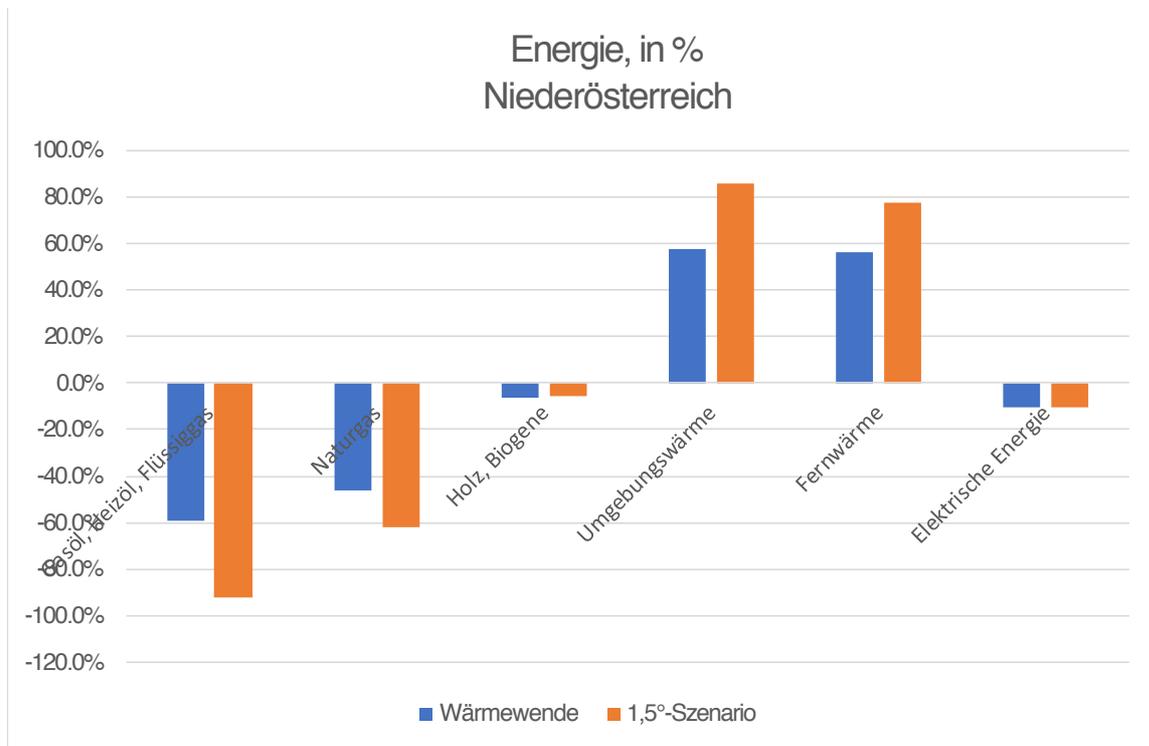
Energie, Niederösterreich		Heizsystem-Effekt	
Veränderung in %	Wärmewende	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-50.0%	-59.2%	-92.4%
Naturgas	-33.9%	-46.0%	-62.2%
Holz, Biogene	14.9%	-6.1%	-5.6%
Umgebungswärme	88.4%	57.9%	85.5%
Fernwärme	84.7%	56.5%	77.6%
Elektrische Energie	34.8%	-10.5%	-10.5%
INSGESAMT	-1.5%	-20.3%	-27.7%
Energie, Salzburg		Heizsystem-Effekt	
Veränderung in %	Wärmewende	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-50.0%	-59.9%	-93.0%
Naturgas	-33.9%	-48.2%	-66.7%
Holz, Biogene	17.9%	-5.4%	-8.4%
Umgebungswärme	95.3%	64.5%	92.1%
Fernwärme	17.9%	0.8%	-1.5%
Elektrische Energie	17.3%	-16.9%	-27.4%
INSGESAMT	-1.4%	-21.1%	-32.5%
Energie, Tirol		Heizsystem-Effekt	
Veränderung in %	Wärmewende	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-50.0%	-59.5%	-89.5%
Naturgas	-33.9%	-46.4%	-63.2%
Holz, Biogene	21.9%	-1.2%	1.3%
Umgebungswärme	114.8%	80.5%	119.9%
Fernwärme	36.2%	16.5%	23.6%
Elektrische Energie	21.0%	-17.1%	-22.2%
INSGESAMT	-3.4%	-22.6%	-31.9%

Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Das Zusammenwirken von Heizungstausch und Sanierung sieht man in Tabelle 2 für die beiden Szenarien. Ein systemischer Ansatz zur Beschreibung des Energiesystems auf Basis der Energiebilanz, wie er in dieser Studie angewandt wurde, ist dazu geeignet, einander kompensierende Effekte auf den Energieverbrauch darzustellen. So sieht man deutlich, dass die simultane Betrachtung von Heizungstausch und Sanierung für die dadurch ausgelösten Verbrauchsveränderungen von Holz/Biogene und elektrischer Energie das Vorzeichen umdreht. Die Sanierung bewirkt für diese beiden Energieträger, dass der

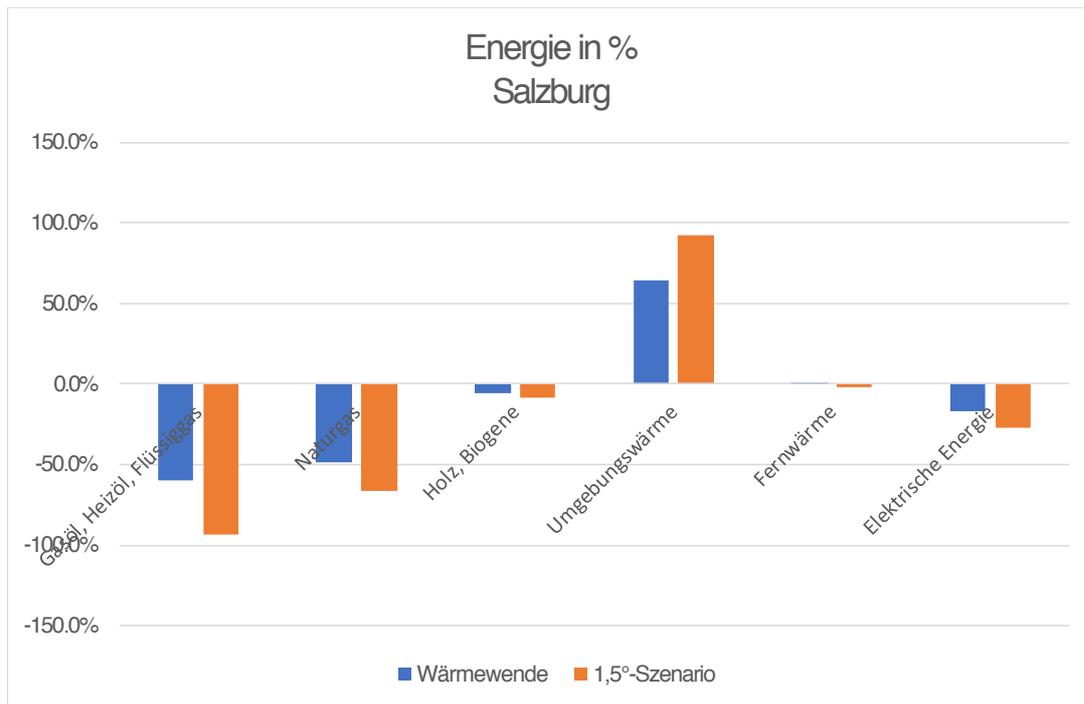
durch den Heizungstausch *ceteris paribus* verursachte Anstieg des Verbrauches in einen Rückgang verwandelt wird.

Graphik 7: Effekte auf den Energieverbrauch (2030, in %): Niederösterreich



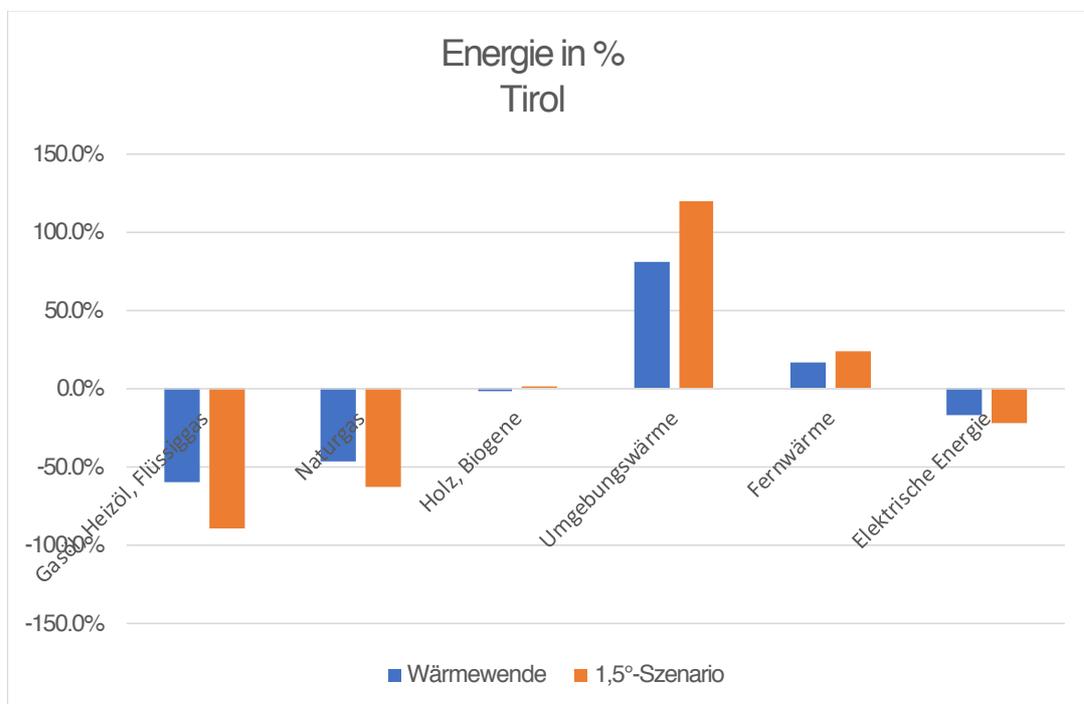
Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 8: Effekte auf den Energieverbrauch (2030, in %): Salzburg



Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Graphik 9: Effekte auf den Energieverbrauch (2030, in %): Tirol



Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Der Rückgang des Verbrauches von Ölprodukten und Gas bewirkt im Szenario "Wärmewende" in Summe für Österreich einen Rückgang der direkten CO₂-Emissionen der Haushalte von ca. **1,3 Mio t** und im "1,5°-Szenario" von ca. **1,8 Mio t**. Die **indirekten Emissionen** aus der Produktion der Investitionsgüter (Sanierung, Heizkessel) werden in dieser Studie nicht berücksichtigt, es ist aber plausibel, dass es dadurch insgesamt nicht zu einem "Rebound"-Effekt, sondern eher zu einer zusätzlichen Emissionsreduktion kommt, da der Verbrauch von elektrischer Energie signifikant zurückgeht.

Tabelle 3: Effekte auf die CO₂-Emissionen in 1.000 t (2030)

CO₂, Niederösterreich		
Veränderung in 1.000 t	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-303	-474
Naturgas	-425	-575
INSGESAMT	-729	-1049
CO₂, Salzburg		
Veränderung in 1.000 t	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-128	-199
Naturgas	-61	-84
INSGESAMT	-189	-284
CO₂, Tirol		
Veränderung in 1.000 t	Wärmewende	1,5°-Szenario
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	-257	-387
Naturgas	-82	-111
INSGESAMT	-339	-498
CO₂, Österreich		
	-1257	-1830

Quelle: Mikrozensus/Energiestatistik der Haushalte 2015/2016 und Bundesländer-Energiebilanzen, 1988-2017 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

4. Regionalökonomische Effekte der Wärmewende und Dekarbonisierung

4.1. Methodik und Inputdaten

Für die drei Bundesländer wurden IO-Modelle auf Basis von von regionalen Supply/Use Tabellen unter Anwendung der CHARM-Methode (Többen und Kronenberg, 2015) konstruiert. Die CHARM-Methode ist eine Non-Survey-Methode zur Erstellung regionaler IO Tabellen, die vorhandene statistische Information verwendet und kombiniert.

Ein wesentlicher Teil der Methode besteht in der Schätzung der Endnachfrage (privater und öffentlicher Konsum, Bruttoanlageinvestitionen, Exporte) und des Außenhandels (Importe und Exporte) einer Region mit dem Ausland und mit den anderen Regionen. Die Matrix der Intermediärnachfrage insgesamt (heimische und importierte Güter) wird aus der Use-Matrix für Österreich abgeleitet, der wesentliche Unterschied zwischen der nationalen und der regionalen Technologie der Sektoren besteht demnach im Importgehalt der eingesetzten Güter. Gegeben sind weiters aus der offiziellen Statistik: (i) Wertschöpfung der Sektoren, (ii) Produktionswert der Sektoren, (iii) Beschäftigung der Sektoren, (iv) Löhne der Sektoren.

Der private Konsum der Bundesländer wird auf Basis der Konsumstruktur für Österreich und des Pro-Kopf Einkommen der Bundesländer unter Anwendung von Einkommenselastizitäten für die einzelnen Güter und einkommensspezifischer Sparquoten berechnet. Die Abschätzung des öffentlichen Konsums beruht auf der regionalen Bevölkerung und dem regionalen Produktionswert der öffentlichen Sektoren (Verwaltung, Unterricht, Gesundheit). Die Bruttoanlageinvestitionen nach Sektoren werden auf Basis der Investitionsquote (pro Output Einheit) für Österreich, die auf die regionalen Produktionswerte übertragen wird, geschätzt. Dabei kommt die auf der Ebene von Österreich aus der IO-Statistik verfügbare Investitionsmatrix zur Umwandlung von Investitionen nach Sektoren in Investitionsgüter zur Anwendung.

Besondere Bedeutung für die Erstellung der Supply/Use Tabellen haben die Komponenten des Außenhandels, bezüglich derer Exporte ins und Importe aus dem

Ausland einerseits (Quelle: Statistik Austria) und Exporte in und Importe aus dem Rest Österreichs unterschieden werden. Die Schätzung dieser **regionalen Bundesländer-Exporte und -Importe** beruht auf den sich aus den Güterbilanzen errechenbaren Handelsbilanzen der Güter einerseits und den dazu geschätzten Bruttoströmen („**cross hauling**“) von Exporten und Importen andererseits. Dabei wird angenommen, dass dieses „cross hauling“, i.e. die Relation der Bruttoströme zu einem gewissen Handelsbilanzsaldo eine Charakteristik des Gutes und des Landes ist und daher von den Daten des Außenhandels der Regionen mit dem Ausland auf den inter-regionalen Handel übertragen werden kann. Zeigt ein Gut in einem Bundesland z.B. sehr hohe Exporte und Importe ins Ausland in Relation zu einem fast ausgeglichenen Handelsbilanzsaldo (z.B. Faktor 50), dann wird angenommen, dass dies – in Relation zum inter-regionalen Handelsbilanzsaldo - ebenso ist.

Die Konstruktion der regionalen Supply/Use Tabellen erlaubt die Berechnung der folgenden Koeffizienten bzw. Koeffizientenmatrizen, die die Teile des regionalen IO-Modells ausmachen:

- die Matrizen der technischen Koeffizienten für heimische Güter (\mathbf{B}^d), importierte Güter aus dem Ausland ($\mathbf{B}^{m,f}$) und importierte Güter aus den anderen Regionen Österreichs ($\mathbf{B}^{m,r}$)

- die Vektoren der Endnachfrage in der gleichen Gliederung (\mathbf{f}^d , $\mathbf{f}^{m,f}$ und $\mathbf{f}^{m,r}$)

- die Koeffizienten-Vektoren für Beschäftigung, Löhne und Gewinne (\mathbf{l} , \mathbf{l}^w und $\boldsymbol{\pi}$)

- die "market shares"-Matrix \mathbf{D} , mit der der Output nach Gütern ($\mathbf{q}(\mathbf{g})$) in den Output nach Sektoren \mathbf{q} umgewandelt werden kann.

Das **einfache IO-Modell**, das lediglich die **indirekten Effekte** beschreibt, wird durch die folgenden beiden Gleichungen beschrieben (die in einem "loop" gelöst werden):

$$\mathbf{q}(\mathbf{g}) = \mathbf{B}^d \mathbf{q} + (1 - s_{im,C})\mathbf{c} + \mathbf{f}^{d,*}$$

$$\mathbf{q} = \mathbf{D} \mathbf{q}(\mathbf{g})$$

Dabei ist \mathbf{c} der Vektor des gesamten privaten Konsums und $s_{im,C}$ sind die Importquoten für Konsumgüter, $(1 - s_{im,C})\mathbf{c}$ ist somit der private Konsum aus

heimischen Gütern und $f^{d,*}$ die sonstige Endnachfrage. Der Effekt auf die Produktion der Sektoren in den anderen Regionen (q^r) ergibt sich einerseits aus den aus anderen Regionen importierten Vorleistungen. Das wird unter der Anwendung der Importmatrix für Güter aus den anderen Regionen Österreichs ($B^{m,r}$) auf den Output q berechnet: $q^r = B^{m,r} q$. Andererseits sind auch die in der Endnachfrage enthaltenen Importe aus den anderen Regionen Österreichs ($f^{m,r}$) für den Outputeffekt im Rest Österreichs zu berücksichtigen. Diese Komponente verändert sich im einfachen IO-Modell nicht, da die Endnachfrage in diesem Fall konstant bleibt. Der Effekt auf Beschäftigung und Primäreinkommen (Löhne und Gehälter, Betriebsüberschuss) ergibt sich aus der Anwendung der entsprechenden Koeffizienten-Vektoren für Beschäftigung, Löhne und Gewinne auf den Output q : lq ergibt die Beschäftigung, lwq sind die Lohneinkommen und πq der Betriebsüberschuss.

Das **SAM (Social Accounting Matrix) - Modell**, mit dem **indirekte plus induzierte Effekte** berechnet werden, leitet aus den Primäreinkommen, den sonstigen Einkommen (Vermögenseinkommen und Netto-Transfers aus dem Ausland), den direkten Steuern und Sozialversicherungsbeiträgen sowie den staatlichen Transfers das verfügbare Einkommen ab:

$$YD = (lwq + \pi q + r_A A) (1 - t_{dir}) + Tr - r_D D + O$$

Dabei ist t_{dir} der direkte Steuer- und Sozialversicherungssatz auf alle Einkommensquellen, wobei $r_A A$ das Vermögenseinkommen darstellt, das sich aus dem Zinssatz r_A auf das Haushaltsvermögen A ergibt. Die „negativen Vermögenseinkommen“ $r_D D$ ergeben sich aus dem Zinssatz r_D auf den Schuldenstand der Haushalte D . Die staatlichen Transfers Tr und die Nettotransfers aus dem Ausland O komplettieren das verfügbare Einkommen.

Die **induzierten Effekte** werden in dieser Modellversion durch den "loop" vom verfügbaren Einkommen zum privaten Konsum berücksichtigt, wobei die marginale Konsumneigung mpc für Sensitivitätsanalysen variiert werden kann:

$$c = \exp(c_0 + mpc \ln(YD))$$

Der Konsumvektor **c** ergibt sich dann aus der Anwendung fixer Anteile der Konsumgüter auf den Gesamtkonsum **c**.

Die im vorigen Abschnitt dargestellten Effekte auf den Energieverbrauch der Haushalte werden mit Hilfe einer Schnittstelle ("link") zwischen den physischen Daten der Energiebilanz und den monetären Konsumausgaben in der regionalen Use-Tabelle auf die Konsumausgaben übertragen. Diese Schnittstelle verknüpft die Energieträger mit der Güterstruktur der Use-Tabelle (CPA) unter Verwendung von Preisdaten für Energieträger (Statistik Austria). Im Falle von Niederösterreich ergibt das z.B. folgenden Datensatz:

	Energie, in TJ		Energie, in Mio €	
Kohle, Koks, Briketts	169	Forstwirtschaft	79.0	CPA_A02
Gasöl, Heizöl, Flüssiggas	7323	Bergbau	1.5	CPA_B
Naturgas	16536	Kokerei, Mineralölverarbeitung	111.3	CPA_C19
Holz, Biogene	16027	Energieversorgung	790.1	CPA_D35
Umgebungswärme	2687			
Fernwärme	3064			
Elektr. Energie	3367			

Neben dem direkten Konsum von Energiegütern sind jedoch durch die Maßnahmen in den Szenarien noch folgende Komponenten von Konsum und Einkommen betroffen: (i) der energierelevante Konsum (Investition in Wohnungsverbesserung/-sanierung, Heizsysteme) (ii) die „negativen Vermögenseinkommen“, da ein Teil der Investitionen (thermische Sanierung) über Verschuldung finanziert wird. Sowohl die Investitionen in Heizsysteme als auch die Kapitalkosten für die Verschuldung (Annahme: 5% des aushaftenden Schuldenstandes) verringern den Spielraum für die sonstigen Konsumausgaben (Nicht-Energie-Konsum). Die Investitionen in Heizsysteme verringern den Nicht-Energie-Konsum direkt, die Kapitalkosten für die Verschuldung indirekt über die Verringerung des verfügbaren Haushaltseinkommens.

Die Wohnungsinvestitionen und die Investitionen in Heizsysteme können auf Basis der detaillierten Gliederung der Ausgaben in der Konsumerhebung (Statistik Austria) den Güterkategorien CPA der Use-Tabelle zugeordnet werden:

Tabelle 4: Wohnungsinvestitionen und Investitionen in Heizsysteme (Mio €) im privaten Konsum in den regionalen Supply/Use-Tabellen

	Priv. Konsum, Mio €	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
CPA_16	Holzwaren	35	11	14
CPA_F	Bauwesen	139	46	60
CPA_B	Bergbau	8	3	3
	Wohnungsinvestitionen	181	60	77
CPA_28	Heizsysteme	49	16	21

Quelle: Konsumerhebung 2015, Input-Output Tabelle 2014 (Statistik Austria), eigene Berechnungen

Setzt man die Wohnungsinvestitionen im privaten Konsum für Österreich lt. Konsumerhebung in Relation zu einer Schätzung des Wohnungskapitalstocks (aus dem Household Financial and Consumption Survey HFCS der Europäischen Zentralbank), dann erhält man eine implizite Sanierungsrate von ca. 0,3%, was mit den oben angeführten Sanierungsraten für die Bundesländer im Status quo gut übereinstimmt. Die in den Szenarien angenommene Steigerung der Sanierungsraten kann daher direkt auf eine entsprechende Steigerung der Wohnungsinvestitionen im privaten Konsum umgelegt werden.

Um auch die in den Szenarien angenommenen zusätzlichen Ausgaben für Heizsysteme berücksichtigen zu können, mußten Investitionskosten pro Heizsystem angenommen werden. Diese Annahmen beruhen auf Sanierungs- und Förderdaten der Bundesländer und des Klimafonds, sowie des Heizkostenvergleiches der AEA. Im Einzelnen wurde dafür angenommen, dass die **Investitionskosten in Heizsysteme** (pro Anlage) für **Holz/Biogene 21.000 €**, für **Umgebungswärme 24.000 €** und für **Fernwärme 14.500 €** betragen.

Die stark beschleunigte Tauschrate von Heizsystemen in beiden Szenarien (v.a. im "1,5°-Szenario") und die signifikante Erhöhung der Sanierungsraten erlauben es, die Investitionen als zusätzlichen Impuls anzusehen.

Insgesamt werden für die Implementierung der Szenarien im regionalen IO-Modell folgende quantifizierte Inputdaten verwendet:

- (i) Übertragung der Effekte auf den Energieverbrauch (in TJ) in 2030 auf den privaten **Energie-Konsum** (in Mio €)
- (ii) Übertragung der Sanierungsrate von 2% bzw. 3% bis 2030 (statt 0,3%) auf höhere durchschnittliche (p.a.) **Wohnungsinvestitionen** (in Mio €)
- (iii) Effekt der Käufe und Installation von Heizsystemen bis 2030 auf die **Konsumausgaben für Maschinen** (Mio €, durchschnittlich p.a.)
- (iv) Effekt des Finanzierungsbedarf der kumulierten Sanierungsinvestitionen (ohne Heizsysteme) in Form von 5% **Kapitalkosten** (durchschnittlich p.a.) als „negative“ **Vermögenseinkommen**, die das verfügbare Einkommen reduzieren (in Mio €)
- (v) Effekt des geringeren **Energie-Konsums** und der höheren **Konsumausgaben für Maschinen** (Heizsysteme) auf den **Nicht-Energie-Konsum**.

Wie Tabelle 5 zeigt, ist der Energie-Konsum der Haushalte signifikant negativ betroffen, während die investiven Ausgaben p.a. massiv ansteigen. Der direkte Effekt davon (ohne Berücksichtigung des negativen Effektes der Kapitalkosten auf das verfügbare Einkommen) auf den Nicht-Energie-Konsum ist leicht positiv. Die zusätzlichen investiven Ausgaben machen in Summe über alle drei Bundesländer im "**Wärmewende**"- Szenario ca. 1,7 Mrd. € und im "**1,5°-Szenario**" ca. 2,5 Mrd € pro Jahr aus.

Tabelle 5: Veränderung (in % und in Mio €) einzelner Konsumausgaben im "Wärmewende-" und im "1,5°-Szenario"

	Niederösterreich		Salzburg		Tirol	
	Wärmewende	1,5°-Szenario	Wärmewende	1,5°-Szenario	Wärmewende	1,5°-Szenario
Forstwirtschaft	-6.1%	-5.6%	-5.4%	-8.4%	-1.2%	1.3%
Bergbau	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Kokerei, Mineralölverarbeitung	-12.8%	-19.8%	-16.39%	-25.28%	-25.1%	-37.8%
Energieversorgung	-14.8%	-19.3%	-12.4%	-18.7%	-11.8%	-15.7%
Wohnungsinvestitionen, Mio €, p.a.	725	1186	541	840	184	313
Heizsysteme, Mio €, p.a.	144	112	36	28	68	52
Nicht-Energie Konsum	0.1%	0.5%	0.2%	0.6%	0.8%	1.2%
Kapitalkosten, Mio €, p.a.	-290	-471	-215	-335	-72	-124

Quelle: Eigene Berechnungen

4.2. Regionalökonomische Effekte im "Wärmewende-" und im "1,5°-Szenario"

Die Maßnahmenpakete des Szenarios "Wärmewende" weisen signifikante makroökonomische Effekte mit Wirkungen von zwischen 0,5% und 0,7% auf die Wertschöpfung und Beschäftigungseffekten zwischen 1.800 und 4.700 Beschäftigungsverhältnissen auf. Das ist auf den hohen Effekt auf den privaten Konsum zurückzuführen, der durch die Investitionen der Haushalte entsteht.

Tabelle 6: Makroökonomische Effekte (in %) im "Wärmewende"-Szenario, indirekte und induzierte Effekte

Niederösterreich	indirekt	induziert
Privater Konsum	2.3%	2.2%
Verf. Einkommen	-0.1%	-0.1%
Wertschöpfung	0.5%	0.5%
Produktionswert	0.5%	0.5%
Beschäftigung	0.6%	0.6%
Beschäftigung, absolut	4744	4593
Salzburg	indirekt	induziert
Privater Konsum	5.0%	4.5%
Verf. Einkommen	-0.7%	-0.8%
Wertschöpfung	0.7%	0.6%
Produktionswert	0.7%	0.6%
Beschäftigung	0.8%	0.7%
Beschäftigung, absolut	2435	2156
Tirol	indirekt	induziert
Privater Konsum	1.5%	1.5%
Verf. Einkommen	0.0%	-0.1%
Wertschöpfung	0.4%	0.4%
Produktionswert	0.4%	0.4%
Beschäftigung	0.4%	0.4%
Beschäftigung, absolut	1813	1787

Quelle: Eigene Berechnungen

Der Einkommenseffekt ist aufgrund des Schuldendienstes zur Finanzierung der Sanierungsinvestitionen negativ, was im einfachen IO-Modell (**indirekte Effekte**) aber keine weiteren Folgen hat, da dort die von der Einkommensveränderung induzierten Konsum- und daher Produktionseffekte nicht erfasst werden. Im **SAM-Modell (induzierte Effekte)** wirken demgegenüber zwei unterschiedliche Impulse über das verfügbare Einkommen auf den Konsum: einerseits ebendiese negative Wirkung aufgrund des Schuldendienstes zur Finanzierung der Investitionen und andererseits die positiven Einkommenseffekte aufgrund der produktionssteigernden Effekte der Investitionen. Da beide Effekte im einfachen Modell (**indirekte Effekte**) absent sind und die Effekte im **SAM-Modell (induzierte Effekte)** fast gleich sind, kompensieren einander die positiven und negativen Einkommensimpulse im Falle der induzierten Effekte offensichtlich.

Aufgrund der für diese Studie vorliegenden Daten ist die aktuelle Sanierungsrate in Niederösterreich und Salzburg niedriger als in Tirol, daher werden dort (v.a. in Salzburg) höhere Output- und Beschäftigungseffekte ausgelöst. Da generell überdurchschnittlich wertschöpfungsintensive Sektoren betroffen sind, ist der insgesamt Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekt (in %) höher als der insgesamt Effekt auf den Produktionswert.

Tabelle 7: Makroökonomische Effekte (in %) im "1,5°-Szenario", indirekte und induzierte Effekte

Niederösterreich	indirekt	induziert
Privater Konsum	3.8%	3.6%
Verf. Einkommen	-0.2%	-0.2%
Wertschöpfung	0.9%	0.8%
Produktionswert	0.8%	0.8%
Beschäftigung	1.0%	1.0%
Beschäftigung, absolut	7584	7336
Salzburg	indirekt	induziert
Privater Konsum	7.9%	7.1%
Verf. Einkommen	-1.2%	-1.2%
Wertschöpfung	1.1%	1.0%
Produktionswert	1.1%	1.0%
Beschäftigung	1.2%	1.0%
Beschäftigung, absolut	3775	3340
Tirol	indirekt	induziert
Privater Konsum	2.5%	2.4%
Verf. Einkommen	-0.2%	-0.2%
Wertschöpfung	0.5%	0.5%
Produktionswert	0.5%	0.5%
Beschäftigung	0.5%	0.5%
Beschäftigung, absolut	2244	2155

Quelle: Eigene Berechnungen

Im "1,5°-Szenario machen die Effekte in Niederösterreich und Salzburg ca. 1% der Wertschöpfung des Bundeslandes aus. Die hohen Beschäftigungseffekte werfen die Frage auf, ob das von der Angebotsseite und Qualifikationsstruktur des Arbeitsmarktes aus betrachtet, realistisch und durchführbar erscheint. Bezieht man die regionalökonomischen Effekte auf den primären Impuls, dann ist zunächst von den Investitionen in Tabelle 5 auszugehen. Denen stehen jedoch die – ebenfalls in Tabelle 5 – dargestellten negativen Energienachfrageeffekte gegenüber. Im "Wärmewende"-Szenario lässt sich die Wirkungskette von den Investitionen zu den Wertschöpfungseffekten folgendermaßen darstellen:

Die zusätzlichen Investitionen (Heizsysteme plus Wohnungssanierung) betragen **870 Mio €** in Niederösterreich, **580 Mio €** in Salzburg und **250 Mio €** in Tirol. Der gesamte **direkte Impuls im privaten Konsum** - unter Berücksichtigung niedrigeren Energie-Konsums und leicht höheren Nicht-Energie-Konsums – beträgt **720 Mio €** in

Niederösterreich, **510 Mio €** in Salzburg und **200 Mio €** in Tirol. Nach Abzug jener Güter, die davon direkt importiert werden (aus dem Rest Österreichs und aus dem Ausland), bleibt ein **direkter, heimischer Impuls** von **400 Mio €** in Niederösterreich, **320 Mio €** in Salzburg und **160 Mio €** in Tirol übrig.

Dieser direkte, heimische Impuls bewirkt im **SAM-Modell (induzierte Effekte)** folgende Steigerung des **Produktionswertes** und der **Wertschöpfung**:

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Produktionswert	640 Mio €	440 Mio €	275 Mio €
Wertschöpfung	230 Mio €	140 Mio €	100 Mio €

Insgesamt wird in den drei Bundesländern **1.350 Mio €** an zusätzlichem **Produktionswert** und **470 Mio €** an zusätzlicher **Wertschöpfung** geschaffen. Das ergibt einen **Multiplikator** für den Produktionswert von **1,53** - bezogen auf den **direkten, heimischen Impuls** von insgesamt **880 Mio €** - und für die Wertschöpfung von **0,53**. Bezieht man die Effekte auf den **direkten Impuls** von **1.430 Mio €**, dann ergeben sich entsprechend niedrigere Multiplikatoren von **0,94** für den Produktionswert und von **0,33** für die Wertschöpfung. Im Vergleich zu Multiplikatoren aus IO-Modellen für Österreich sind diese Werte etwas geringer, wobei zwei kompensierende Effekte wirken: (i) es sind relativ wertschöpfungsintensive Sektoren betroffen, was den Effekt relativ erhöht und (ii) bei der kleineren regionalen Wirtschaftseinheit (Bundesland) fällt zwangsläufig mehr an Importen an, was den Effekt relativ verringert. Letzteres bedeutet andererseits aber, dass auch Wertschöpfung und Beschäftigung im Rest Österreichs geschaffen werden.

Ein geringer Teil des Effektes ist auf die Maßnahmen zum Heizungstausch zurückzuführen, der für das "Wärmewende"-Szenario im Falle Niederösterreichs separat simuliert wurde.

Tabelle 8: Makroökonomische Effekte (in %) des Heizsystemtausches im "Wärmewende"-Szenario, indirekte und induzierte Effekte

Niederösterreich	indirekt	induziert
Privater Konsum	0.6%	0.6%
Verf. Einkommen	0.1%	0.1%
Wertschöpfung	0.2%	0.2%
Produktionswert	0.1%	0.1%
Beschäftigung	0.2%	0.2%
Beschäftigung, absolut	1362	1493

Quelle: Eigene Berechnungen

Vergleicht man die Ergebnisse in Tabelle 8 mit jenen in Tabelle 6, dann sieht man, dass die Maßnahmen zum Heizsystemtausch für das "Wärmewende"-Szenario im Durchschnitt ca. 1/3 der Effekte des gesamten Szenarios ausmachen. Da für diesen Teil der Maßnahmen keine negativen Einkommenseffekte durch die Kapitalkosten des Schuldendienstes anfallen, weist das Modell mit induzierten Effekten höhere Wirkungen aus. In dem Modell wirken gegenüber jenem der indirekten Effekte nur die positiven Rückkoppelungen des höheren Einkommens auf den Konsum.

Sektoral sieht man deutlich die negative Betroffenheit des Energiesektors und in Niederösterreich der Mineralölverarbeitung und die stark positiven Effekte im Bauwesen, in geringerem Ausmaß in den Sektoren Holzwaren und Maschinen. Generell sind die sektoralen Effekte das Ergebnis unterschiedlich wirkender Nachfrageimpulse. Das wird am Beispiel der Forstwirtschaft deutlich. Dieser Sektor ist in allen Bundesländern negativ durch den Rückgang der Energienachfrage nach Holz/Biogene betroffen. In Niederösterreich wird dieser negative Impuls durch indirekte Nachfrageeffekte des von den Investitionen stark positiv betroffenen Sektors Holzwaren kompensiert, in Tirol nicht.

Tabelle 9: Sektorale Wertschöpfungseffekte (Mio €), "Wärmewende"-Szenario, induzierte Effekte

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	4	0	0
Bergbau	-1	2	0
Holz und Holzwaren	14	16	7
Papier/Pappe und -waren	0	0	0
Kokerei, Mineralölverarbeitung	0	0	0
Glaswaren, Keramik	8	4	3
Metallerzeugung, -bearbeitung	1	0	0
Metallerzeugnisse	5	2	1
Maschinen	15	5	4
Energieversorgung	-29	-10	-27
Bauwesen	172	100	46
Vermietung v. beweglichen Sachen	1	1	0
Arbeitskräfteüberlassung	6	2	0
Reisebüros und Reiseveranstalter	0	0	0
Sicherheitsdienste, Gebäudebetreuung	1	0	1
Sport und Erholung	0	0	1
Mitgliedervereinigungen	0	0	0
Reparaturdienstleistungen	0	0	0
Sonstige persönl. Dienstleistungen	0	0	0
Haushaltsdienstleistungen	0	0	0
INSGESAMT	232	140	100

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 10: Sektorale Wertschöpfungseffekte (Mio €), "1,5°-Szenario", induzierte Effekte

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	9	1	0
Bergbau	-1	4	1
Holz und Holzwaren	23	25	12
Papier/Pappe und -waren	0	1	1
Kokerei, Mineralölverarbeitung	0	0	0
Glaswaren, Keramik	12	6	6
Metallerzeugung, -bearbeitung	2	0	1
Metallerzeugnisse	8	3	3
Maschinen	24	9	17
Energieversorgung	-37	-13	-32
Bauwesen	278	155	75
Vermietung v. beweglichen Sachen	2	1	0
Arbeitskräfteüberlassung	10	3	0
Reisebüros und Reiseveranstalter	0	0	0
Sicherheitsdienste, Gebäudebetreuung	1	1	1
Sport und Erholung	0	0	0
Mitgliedervereinigungen	0	0	0
Reparaturdienstleistungen	0	0	0
Sonstige persönl. Dienstleistungen	0	-1	0
Haushaltsdienstleistungen	0	0	0
INSGESAMT	376	218	125

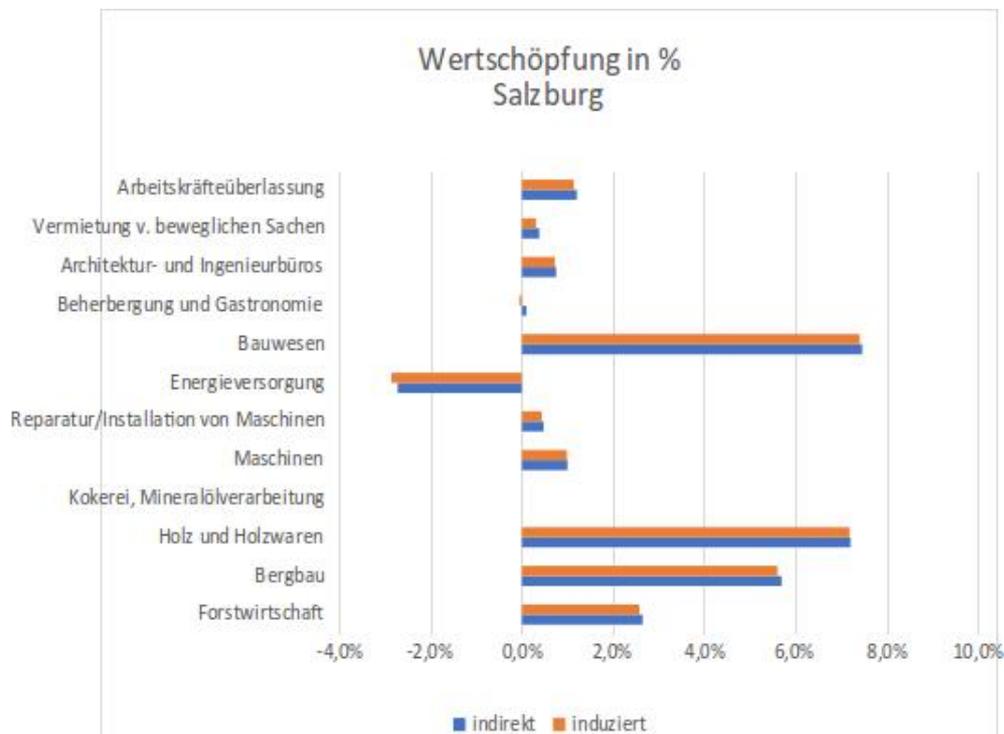
Quelle: Eigene Berechnungen

Graphik 10: Sektorale Wertschöpfungseffekte (%), Niederösterreich, "Wärmewende"-Szenario



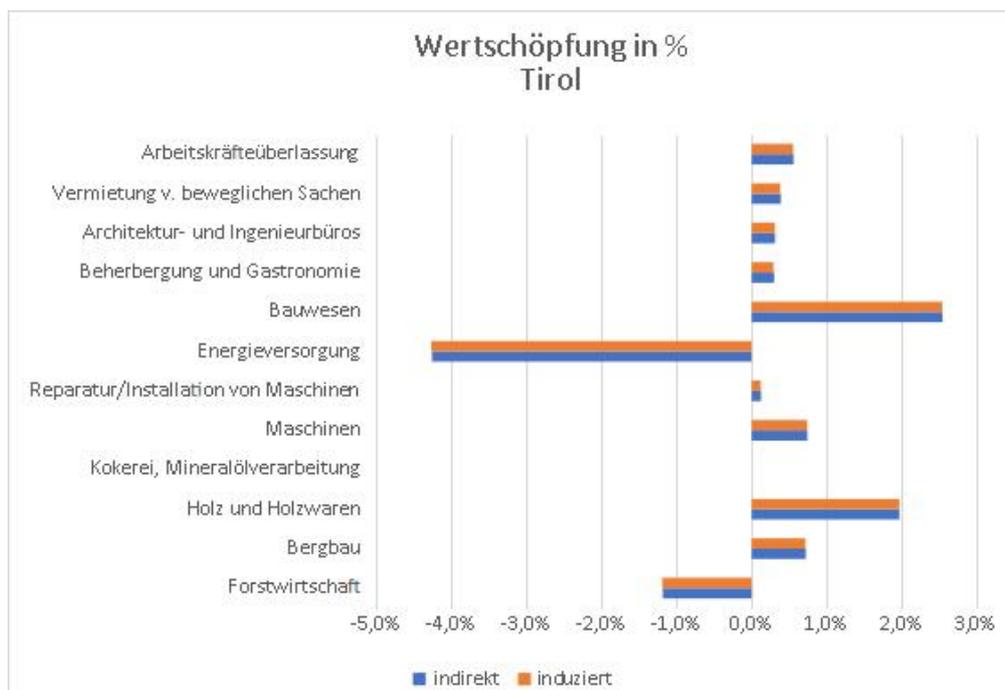
Quelle: Eigene Berechnungen

Graphik 11: Sektorale Wertschöpfungseffekte (%), Salzburg, "Wärmewende"-Szenario



Quelle: Eigene Berechnungen

Graphik 12: Sektorale Wertschöpfungseffekte (%), Tirol, "Wärmewende"-Szenario



Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 11: Sektorale Beschäftigungseffekte, "Wärmewende"-Szenario, induzierte Effekte

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	58	10	-7
Bergbau	-1	22	4
Holz und Holzwaren	305	220	85
Papier/Pappe und -waren	5	4	2
Kokerei, Mineralölverarbeitung	-13	0	0
Glaswaren, Keramik	115	57	43
Metallerzeugung, -bearbeitung	20	1	3
Metallerzeugnisse	81	31	17
Maschinen	220	52	42
Energieversorgung	-182	-57	-119
Bauwesen	3358	1565	745
Vermietung v. beweglichen Sachen	5	2	4
Arbeitskräfteüberlassung	93	34	8
Reisebüros und Reiseveranstalter	0	-1	4
Sicherheitsdienste, Gebäudebetreuung	13	12	29
Sport und Erholung	-1	-4	16
Mitgliedervereinigungen	3	-1	12
Reparaturdienstleistungen	1	3	10
Sonstige persönl. Dienstleistungen	-3	0	2
Haushaltsdienstleistungen	-1	-3	2
INSGESAMT	4593	2156	1787

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 12: Sektorale Beschäftigungseffekte, "1,5°-Szenario", induzierte Effekte

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	131	21	0
Bergbau	-1	36	8
Holz und Holzwaren	495	343	144
Papier/Pappe und -waren	7	5	2
Kokerei, Mineralölverarbeitung	-20	0	0
Glaswaren, Keramik	186	89	70
Metallerzeugung, -bearbeitung	33	2	8
Metallerzeugnisse	130	48	33
Maschinen	353	88	189
Energieversorgung	-233	-73	-137
Bauwesen	5448	2434	1229
Vermietung v. beweglichen Sachen	7	4	4
Arbeitskräfteüberlassung	150	53	12
Reisebüros und Reiseveranstalter	0	-1	2
Sicherheitsdienste, Gebäudebetreuung	17	18	22
Sport und Erholung	-4	-7	6
Mitgliedervereinigungen	-2	-2	5
Reparaturdienstleistungen	1	4	6
Sonstige persönl. Dienstleistungen	-16	-1	1
Haushaltsdienstleistungen	-4	-6	1
INSGESAMT	7336	3340	2155

Quelle: Eigene Berechnungen

Die in den beiden Szenarien in den jeweiligen Bundesländern ausgelösten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte lösen über die inter-regionale Handelsverflechtung im Rest Österreichs ebenfalls signifikante Output- und Beschäftigungseffekte aus. Der im **Rest Österreichs ausgelöste Outputeffekt** beträgt ca. **20% des Outputeffektes im Bundesland** selbst. Diese Effekte wären aus einer Österreich-Perspektive den oben berechneten Multiplikatoren zuzurechnen, wodurch der Wertschöpfungsmultiplikator – bezogen auf den **direkten Impuls** von **1.430 Mio €** - mit **0,4** entsprechend höher ausfiele.

Tabelle 13: Sektorale Beschäftigungseffekte im Rest Österreichs, ausgelöst vom "Wärmewende"-Szenario im jeweiligen Bundesland

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	25	150	41
Bergbau	0	0	-3
Holz und Holzwaren	45	36	12
Kokerei, Mineralölverarbeitung	0	0	0
sonstige Industrie	203	143	71
Energieversorgung	-10	-5	-7
Bauwesen	168	158	56
Beherbergung und Gastronomie	3	1	8
Architektur- und Ingenieurbüros	29	16	7
Vermietung v. beweglichen Sachen	5	3	2
Arbeitskräfteüberlassung	41	37	12
INSGESAMT	779	720	408

Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 14: Sektorale Beschäftigungseffekte im Rest Österreichs, ausgelöst vom "1,5°-Szenario" im jeweiligen Bundesland

	Niederösterreich	Salzburg	Tirol
Forstwirtschaft	44	234	71
Bergbau	1	2	-3
Holz und Holzwaren	73	55	19
Kokerei, Mineralölverarbeitung	0	1	0
sonstige Industrie	325	224	121
Energieversorgung	-12	-7	-8
Bauwesen	271	246	80
Beherbergung und Gastronomie	3	2	7
Architektur- und Ingenieurbüros	48	24	10
Vermietung v. beweglichen Sachen	8	5	2
Arbeitskräfteüberlassung	67	58	19
INSGESAMT	1236	1122	531

Quelle: Eigene Berechnungen

Im "Wärmewende"-Szenario werden durch die zusätzliche wirtschaftliche Aktivität in Niederösterreich und Salzburg im **Rest Österreichs** ca. **700 Beschäftigungsverhältnisse** geschaffen, für Tirol sind es **400**. Die Relation des Beschäftigungseffektes im Rest Österreichs zum Beschäftigungseffekt im Bundesland ist aufgrund der sektoralen Betroffenheit und der sektoral unterschiedlichen Beschäftigungsintensität im Rest Österreichs heterogener als es beim Outputeffekt der Fall ist. Sie beträgt im Falle Salzburg ca. ein Drittel, für Niederösterreich ca. 17% und für Tirol ca. 23%.

Literatur

BMNT, BMVIT (2018), #mission 2030. Die österreichische Klima- und Energiestrategie, Wien 2018.

GLOBAL 2000, Wohnbaueck 2017, Wien 2018.

Többen, J. and T. H. Kronenberg, 2015, Construction of Multi-Regional Input-Output Tables Using the Charm Method, Economic Systems Research, 27(4), 487-507.