

Regionale Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte als Motor für die Umsetzung von Klimastrategien

am Beispiel der Klima- und Energiemodellregion Murtal

Studie

Datum der Herausgabe: 31.07.2021

Autor(inn)en *Dipl.-Math. Wolfgang E. Baaske*
DI Josef Bärnthaler
Mag. Michael Eder
DI Dr. Stefan Kirchweger
DI Hannah Politor
DI Dr. Günter Wind
DI Petra Bußwald



Studie

Regionale Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte als Motor für
die Umsetzung von Klimastrategien
am Beispiel der
Klima- und Energiemodellregion Murtal (REMUK)

Dipl.-Math. Wolfgang E. Baaske, STUDIA
DI Josef Bärnthaler, EAO
Mag. Michael Eder, STRATECO
DI Dr. Stefan Kirchwegger, STUDIA
DI Hannah Politor, STUDIA
Dr. Günter Wind, IB WIND
DI Petra Bußwald, akaryon

Autorschaft

Studienzentrum für internationale Analysen (STUDIA)
Panoramaweg 1 – 4553 Schlierbach – Österreich
t: +43 75 82 / 819 81-96
e-mail: baaske@studia-austria.com
w: www.studia-austria.com

Projektleitung

akaryon GmbH
STRATECO OG
Wind – Ingenieurbüro für Physik
Energieagentur Obersteiermark GmbH (EAO)
Regionalmanagement Obersteiermark West GmbH (ROW)

Projektpartner

Klima- und Energiefonds des Bundes –
managed by Kommunalkredit Public Consulting
im Rahmen der Programmlinie K&E Leitprojekt – Konjunkturhebel,
Fördernummer C072682

Förderer



Vorwort

Regionale volkswirtschaftliche Effekte stellen **ein Argument für Investitionen** dar, beispielsweise in den Klimaschutz. Die ländlichen Räume in Österreich sind eine potenzielle Quelle von Ressourcen, mit denen sich Wertschöpfung erzielen lässt. Häufig fehlen den regionalen Verantwortlichen jedoch fundierte Zahlen zu den erwarteten Effekten. Dieses Papier beschreibt einen methodischen Ansatz, volkswirtschaftliche Effekte zu regionalisieren, am Beispiel von Maßnahmen der **Energiewende im Bezirk / in der Klima- und Energiemodellregion Murtal**.

Es wird eine konkrete und auf andere Regionen **übertragbare Vorgehensweise** dargestellt, die STUDIA zusammen mit Forschungs- und Praxispartnern entwickelt hat.

Wir danken allen Personen und Einrichtungen, die zu dieser Untersuchung beigetragen haben, insbesondere den befragten **Unternehmen** in der Region, den **Teilnehmenden** an den beiden Regionalworkshops zur Szenarienentwicklung und -überprüfung, dem **Regionalmanagement Obersteiermark West GmbH** für die Unterstützung des regionalen Prozesses, hier insbesondere Frau Dr. Bibiane Puhl, MMag.a Corinna Mitterhuber und Julia Hartleb sowie dem **Klima- und Energiefonds** für die Beauftragung und die Unterstützung im Bearbeitungsprozess der Studie.

Für das Bearbeitungsteam

Schlierbach, Juli 2021

Wolfgang Baaske
Stefan Kirchwegger
Hannah Politor

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Erneuerbare Energieproduktion im Bezirk Murtal	13
2.1	Regionsbeschreibung	13
2.2	Klimaziele	16
2.3	IST-Stand und Szenarien	16
2.3.1	IST-Stand	17
2.3.2	Szenario 1: Klimaneutrales Murtal 2040	19
2.3.3	Auswirkung wärmegeführter Betriebsweise im Murtal 2040 Szenario 1	37
2.3.4	Szenario 2: Klimaneutrales Murtal 2040 mit BTL- Anlage	43
2.3.5	Zusammenfassung	47
3	Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende im Murtal	48
3.1	Anwendung eines regionalen Input-Output-Modells	48
3.1.1	Grundsätzliche Modellüberlegungen	48
3.1.2	Investitionen und die dadurch entstehende Nachfrage	50
3.1.3	Erstellen der regionalen Input-Output-Tabellen	51
3.1.4	Berechnung der regionalen Gesamteffekte	53
3.2	Datengrundlage	54
3.3	Ergebnisse der ersten Verarbeitungsstufe	58
3.3.1	Investitionen und regionale Nachfrage	58
3.3.2	Akzeptanz von Maßnahmen der Energiewende im Bezirk	62
3.3.3	Regionale Leontieff-Matrix für den Bezirk Murtal	64
3.4	Regionalwirtschaftliche Effekte	70
3.4.1	Stromerzeugung	70
3.4.2	Wärmeerzeugung	72
3.4.3	Treibstoff- und Pkw-Einsatzes	74
3.4.4	Gesamte regionalwirtschaftliche Effekte	76
4	Aufbereitung für die Replikation	82

4.1	Übertragbarkeit	82
4.1.1	Direkte Übertragung	82
4.1.2	Übertragung der Vorgehensweise	83
4.2	Modellanwendung	84
4.2.1	Grundüberlegungen	84
4.2.2	Replikationsleitfaden	85
4.2.3	Erfahrungen	86
4.3	Verbreitung	87
5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	90
6	Zusammenfassung	92
	Abkürzungen	96
	Geschlechtsidentitäten	97
	Tabellenverzeichnis	97
	Abbildungsverzeichnis	100
	Literatur	102

1 Einleitung

Das Kapitel beschreibt die Hintergründe des Projekts, die Ziele und die beteiligten Partner und ihre Rollen. Zudem gibt das Kapitel einen Überblick über die Vorgehensweise und verweist auf die Kapitel, die weitere Information enthalten.

Regionale volkswirtschaftliche Effekte stellen ein Argument für die Umsetzung von Klimastrategien dar. Regionale Verantwortliche stehen oft vor der Aufgabe, Vorhaben zu begründen und Widerstände zu entkräften. In der Regel liegen jedoch keine fundierten Zahlen zu den Effekten vor. In Zusammenarbeit mit der KEM Murtal ermittelt das Vorhaben Szenarien der Umsetzung von Klimastrategien und ihre regionalen volkswirtschaftlichen Effekte – und spiegelt die Ergebnisse an die Region zurück. Unternehmen, Verantwortliche und die Bevölkerung können somit durch fundierte Argumente für Investitionen in den Klimaschutz gewonnen werden.

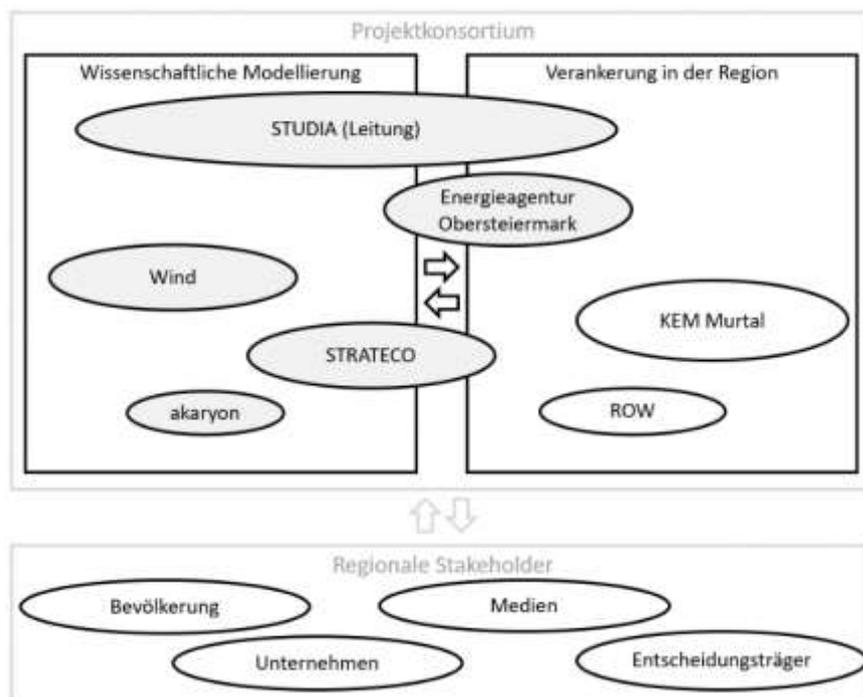
Das gegenständliche Vorhaben wurde vom Klima- und Energiefonds des Bundes finanziert, im Rahmen des 2020 ausgeschriebenen Calls für Leitprojekte „Konjunkturhebel KEM“. **Hintergrund** ist, dass sich in Österreich seit dem Jahr 2009 96 Klima- und Energie-Modellregionen auf den Weg gemacht haben, ambitionierte klimapolitische Maßnahmen auf regionaler Ebene umzusetzen und langfristig unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden. Das Programm Klima- und Energie-Modellregionen fördert das Vorantreiben von innovativen Klimaschutzprojekten und die Schaffung von nachhaltigen Arbeitsplätzen, insbesondere als Konjunkturbelebung in und nach der Corona-Krise. Für die Akzeptanz und das Engagement regionaler Unternehmen und der Bevölkerung sind Konjunkturreffekte der Investitionen in den Klimaschutz von zentraler Bedeutung.

Das **Ziel** des Leitprojektes ist es, aufzuzeigen und zu quantifizieren, welche regionalwirtschaftlichen Effekte durch Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen ausgelöst werden. Dazu wird ein integrativer Ansatz gewählt, der partizipative Prozesse mit Modellen wie RESYS und der I/O-

Analyse verbindet. Umsetzungsorientiert wird lokales Erfahrungswissen einbezogen und Engagement induziert, gangbare und klimapolitisch ambitionierte Szenarien werden überprüft. Die regionalwirtschaftlichen Effekte der Szenarien werden den jeweiligen Treibhausgasreduktionspotentialen gegenübergestellt. Die Ergebnisse sollen der Region ein Argumentarium liefern, dass gezielte Investitionen in Richtung Klimaschutz sinnvoll sind und der breiten Bevölkerung zu Gute kommen können. Die Vorgehensweise wird dokumentiert und ein breit zugänglicher Leitfaden erarbeitet. Die Dissemination dieses Leitfadens ermöglicht eine große Reichweite der erzielten Ergebnisse.

Das **Projektkonsortium** besteht aus einem Fachkonsortium unter der Leitung von STUDIA und assoziierten regionalen Partnern. Während das Fachkonsortium einschlägige Expertise in ökonomischen Modellierungen, sowie in der Ausgestaltung und Optimierung von Vorhaben zum Klimaschutz einbringt, verfügen die regionalen Partner über ein ausreichendes Netzwerk in der Region und über das Engagement, Investitionen in den Klimaschutz zu realisieren (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Einbindung der Projektpartner und Stakeholder



Eigene Darstellung

Ergebnis ist die vorliegende, explizit auf die Untersuchungsregion bezogene Studie, die die volkswirtschaftlichen regionalen Auswirkungen einer ambitionierten Umsetzung der Pariser Klimaschutzziele berechnet, insbesondere hinsichtlich Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und Energieimporten aus dem Ausland.

Ergebnis ist außerdem ein Replikationsleitfaden (Kap. 4).

Das Vorhaben gliederte sich in fünf Leistungspakete:

Leistungspaket 1 „Partizipative Szenarientwicklung für die Region“. Inhalt dieses Leistungspaketes ist ein partizipativer Prozess, in dem Szenarien für Klimaschutzmaßnahmen und ökonomische Entwicklung in der Region erstellt werden. STUDIA leitete – in Kooperation mit EAO und ROW – zwei Arbeitsgruppen-Treffen im Projektkonsortium und zwei Workshops mit zusätzlichen Vertreterinnen und Vertretern regionaler Unternehmen und Politik sowie Engagierten aus der Region. Dabei bediente man sich moderner Methoden partizipativer Ko-Kreation, z.B. aus Art of Hosting und Design Thinking.

In diesen Sitzungen wurden außerdem der Zugang zu den regionalen Zielgruppen besprochen und geplant, Ergebnisse vorgestellt und die aussichtsreichsten Pfade zur Umsetzung überlegt. (*Foto-Dokumentation: im internen Endbericht*).

Leistungspaket 2 „Erneuerbare Energieproduktion in der Region“. In diesem Leistungspaket wurde – unter Leitung von STRATECO und Beiträgen von Energieagentur Obersteiermark, IB Wind – die Ist-Situation der Stoff- und Energieflüsse in der Region quantifiziert, zwei Entwicklungsszenarien erarbeitet und an LP1 zur Diskussion in der Region weitergegeben. Die Szenarien wurden in Zahlen gegossen, unter Einsatz des Energiewende-Tool RESYS (<https://www.energiewende-rechner.at/index.php/das-tool/resys-ueber-tool>). Weiters wurde Einsparungspotential im privaten und gewerblichen Bereich berücksichtigt. Danach wurden Technologien für die unterschiedlichen Szenarien definiert. Für diese ausgewählten Technologien und deren Leistungsgrößen simuliert RESYS die dazugehörigen Stoff-, Energieflüsse und Treibhausgasemissionen. (*Dokumentation: Kapitel 2*).

Zudem werden die ausgewählten Technologien sowie die Stoff- und Energieflüsse monetär bewertet. Dieses Zahlengerüst stellt die Basis dar

für die spätere (LP4) regionalwirtschaftliche Bewertung der Szenarien und Technologien. (*Dokumentation: Kapitel 3.2*).

Leistungspaket 3 „Regionalisierung der I/O Tabelle“. Um volkswirtschaftliche Effekte zu berechnen, wird die Input-Output-Analyse-Methode angewendet. Sogenannte Input-Output-Tabellen (I/O-Tabellen) kennzeichnen die wirtschaftliche Verflechtung unterschiedlicher Wirtschaftssektoren. Dieses Leistungspaket hat zum Ziel, die national verfügbaren I/O-Tabellen zu regionalisieren. Mit Hilfe von erprobten Non-Survey-Methoden der Regionalisierung erstellte STUDIA eine für das Murtal spezifische, regionale I/O-Tabelle. Diese wurde – durch die Befragung regionaler Unternehmen – für das Murtal verbessert.

Die postalisch und online ausgeführte Befragung erfasste sektorübergreifend die Produktionsmengen und die regionale Herkunft der Vorleistungen und den Verbleib der Güter. Ziel ist es, ein Maß für die (sektorale) Offenheit der Regionalwirtschaft zu ermitteln: Wie viele, der durch die Investitionen ausgelösten Ausgaben, verbleiben in der Modellregion bzw. fließen aus der Region (nach Österreich, ins Ausland) ab? Die partizipative Herangehensweise in Kooperation mit dem Regionalmanagement und der kommunizierte Nutzen des Projektes für die regionale Wirtschaft motivierte Unternehmen zur Teilnahme. (*Dokumentation: Kapitel 3.1*).

Leistungspaket 4 „Ermittlung der volkswirtschaftlichen Effekte in der Region“. STUDIA verwendete die regionalen I/O-Tabellen aus LP3, um die regionalwirtschaftlichen Effekte der in LP1+2 erarbeiteten Szenarien in der Region zu ermitteln. Das Modell umfasst die Erstrundeneffekte „direkt an der Anlage“ sowie die durch Vorleistungen ausgelösten Mehrrundeneffekte aus Investition und Betrieb von Anlagen der Energiewende. Aus der Erhöhung der Kaufkraft und den daraus folgenden Haushaltsausgaben z.B. der Waldbesitzerin, der Angestellten eines Installationsbetriebs vor Ort ergeben sich weiters sogenannte induzierte Effekte.

Die Analyse wird für die erarbeiteten Szenarien angewendet sowie auch für das Szenario „Business as usual – B.A.U.“ Wesentliche Kenngrößen für die regionalwirtschaftlichen Effekte sind Umsätze, Wertschöpfung (Einkommen, Betriebsüberschüsse ...), Beschäftigung (Arbeitsplätze) und die Substitution von Importen (Energieimporte ...). (*Dokumentation: Kapitel 3.3*).

Leistungspaket 5: „Aufbereitung für die Replikation und Dissemination“. Das Ziel dieses Leistungspaketes war es, die Ergebnisse des Projekts für andere Klima- und Energieregionen und die regionale Bevölkerung

verfügbar zu machen. Zu diesem Leitfaden trugen alle Projektpartner bei. Projektpartner akaryon bringt Expertise in der Digitalisierung von Nachhaltigkeitsprozess-Abläufen ein, insbesondere hinsichtlich Entwicklung der Replikations-Guideline. Hierdurch wird insbesondere die Zielgruppe der Kommunen/Regionen angesprochen, da diese bzgl. Klimaschutz besondere Umsetzungslinien verfolgen.

Die Herangehensweise und Erfahrungen mit den verwendeten Methoden wurden dokumentiert und in Form eines digitalen Leitfadens publiziert. Eine Replizierbarkeit wird dadurch hergestellt. (*Dokumentation: Kapitel 4 und 5*).

2 Erneuerbare Energieproduktion im Bezirk Murtal

Dieses Kapitel beschreibt die Region und ihre wirtschaftliche Struktur, ihren Energiebedarf und ihre Energieversorgung. Zwei Szenarien einer künftigen Energieversorgung und Bedarfsdeckung werden dargestellt. Durch Nutzung erneuerbarer Energiequellen und Effizienzmaßnahmen kann der Bezirk Murtal die Klimaziele erreichen.

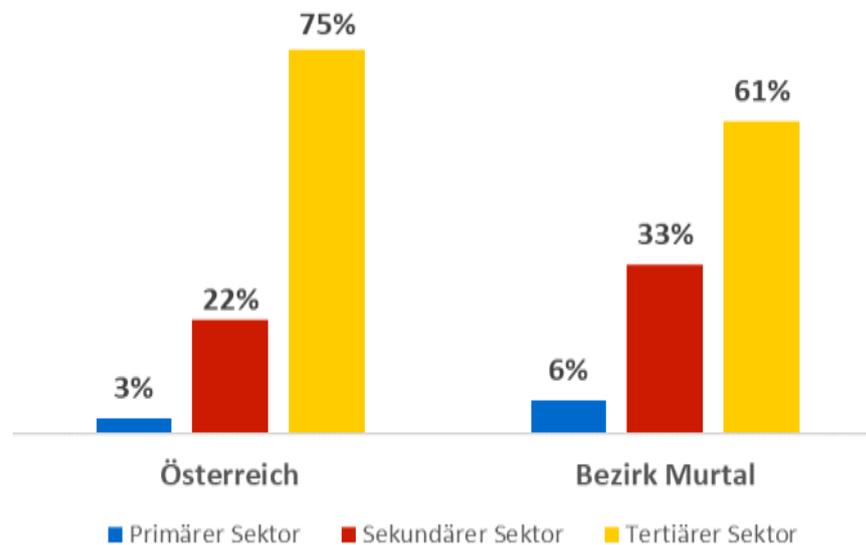
2.1 Regionsbeschreibung

Projektregion ist der in der Steiermark gelegene Politische Bezirk Murtal, welcher auch die KEM Murtal bildet. Der Bezirk Murtal geht aus der Zusammenlegung der beiden Bezirke Judenburg und Knittelfeld im Jahr 2012 hervor und ist ein industriell geprägter Bezirk. Überdurchschnittlich viele Beschäftigte (33 %) sind in den ÖNACE Sektoren A bis E tätig: Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, Herstellung von Waren, Energie- und Wasserversorgung und Entsorgung, siehe Abbildung 2. Der Siedlungsschwerpunkt des von Gebirgen geprägten Bezirkes liegt im breiten inneralpinen Becken des Aichfeld-Murbodens. Das Murtal ist eine kompakte und traditionelle Industrieregion, die den Strukturwandel erfolgreich gemeistert hat.

Die Region entwickelte sich vom Bergbau hin zu einer Region mit modernen Industriebetrieben. Zahlreiche innovative Industrie- und Produktionsbetriebe mit hohen technologischen Kompetenzen und Marktführerschaft befinden sich in der Region. Es existiert eine gesunde Branchen- und Größenstruktur. Regionale Spezialisierungen bestehen in den Bereichen Maschinenbau, Metallerzeugung und -bearbeitung, Elektrotechnik und Elektronik, sowie in der Holz- und Papierindustrie.

Eine Region mit ausgeprägtem Industrieschwerpunkt

Abbildung 2: Erwerbstätige am Arbeitsort 2018, Vergleich Bezirk Murtal und Österreich



Quelle: Statistik Austria; eigene Darstellung

Auch der Land- und Forstwirtschaft kommt im Bezirk noch eine große Bedeutung zu. Das Umfeld des Ballungszentrums und die Seitentäler im Bezirk sind ländlich geprägt.

Hohe Potentiale an erneuerbaren Energien

Mit seiner Bevölkerung liegt der Bezirk Murtal hinsichtlich Größe im Mittelfeld österreichischer Regionen, hinsichtlich Fläche gehört er zu den größeren Regionen. Hier befinden sich auch hohe Potentiale an erneuerbaren Energien in den Bereichen Biomasse, Wasserkraft, Wind und Solarenergie.

Überregionale Bekanntheit erlangte der Bezirk als Austragungsort von diversen Motorsportveranstaltungen. Heute wird dieser unter dem Namen Red Bull Ring bzw. Projekt Spielberg betrieben, seit der (Wieder-)Eröffnung wurde ein umfangreiches touristisches Angebot rund um diesen entwickelt.

Demographischer Druck

Als ländliche Region abseits der großen Städte und Verkehrsverbindungen steht der Bezirk Murtal unter demographischem Druck: Die Bevölkerung nahm in der Vergangenheit kontinuierlich ab (1980: 83 Tsd. EW, 2000: 78 Tsd. EW, 2020: 72 Tsd. EW), und das ÖROK prognostiziert für die Zukunft weitere Rückläufe (2030: 66 Tsd. EW). Dabei weist die Region eine reiche wirtschaftliche Struktur auf: einen breiten Querschnitt an Großbetrieben, kleinen und mittleren Unternehmen sowie Ein-Personen-

Unternehmen. Das Bruttoregionalprodukt je Erwerbstätigen legte in den vergangenen Jahren deutlich zu, sodass von einem Aufholen gesprochen werden kann.

Die Region verfügt über eine Vielzahl engagierter Betriebe und Personen. Die 2011 gegründete Initiative „KRAFT. DAS MURTAL“ vereint Unternehmen der Region, das Regionalmanagement und die Industrie. Sie setzen sich gemeinsam dafür ein die Wirtschaftsregion (Murtal) zu stärken; insbesondere hinsichtlich Wertschöpfung, Zahl der Arbeitsplätze und Kommunalsteueraufkommen. Die Region soll sich als ein über die Grenzen hinaus bekannter international wettbewerbsfähiger Wirtschaftsraum mit hoher Lebensqualität etablieren, hervorragende Arbeitswelten schaffen und der Jugend neue Perspektiven bieten. Mittel hierzu sind eine geplante intensive Verflechtung von Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen, Großbetrieben, KMUs und EPU. Die Initiative sieht sich als Plattform für wechselseitige Inspiration, Lernen voneinander und gemeinsames Entwickeln: hieraus sollen Synergien, neue Ideen und Arbeitsplätze entstehen.

Engagierte Betriebe und Personen

Wesentliche wirtschaftliche Stakeholder der Region sind:

- Kommunale Einrichtungen, wie z.B. Abwasserreinigungsanlagen oder Versorgungsbetriebe
- Energiewirtschaft: Stadtwerke Judenburg, (Biomasse-)Fernwärmebetreiber, Zellstoff Pöls (Fernwärmeauskoppelung), Betreiber von Ökostromanlagen und Kraftwerken, Netzbetreiber von FW, Erdgas und Strom
- Produzenten von Brennstoffen wie Hackgutproduzenten und -lieferanten, Pellets-erzeugung, Land- und Forstwirtschaft
- Wirtschaftsvertreter, Wirtschaftsinitiative Kraft. Das Murtal (Vereinigung von knapp 100 Betrieben und ca. 8.000 MitarbeiterInnen)
- Gewerbe, Industrie, Installationsunternehmen für Heizung und Strom, PV, Speicher usw.; Baugewerbe im Bereich der Gebäudesanierung
- Mobilitätsdienstleister und -Anbieter, Anbieter von Carsharing-Lösungen und ÖPNV

2.2 Klimaziele

Das Pariser Klimaabkommen wurde 2015 von 195 Staaten und der Europäischen Union unterzeichnet und gilt als Nachfolgedokument des Kyoto-Protokolls. Die Klimaziele sollen dazu dienen, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf deutlich unter 2 Grad Celsius, möglichst auf unter 1,5 Grad Celsius zu beschränken. Alle fünf Jahre müssen die Staaten ihre Emissionsreduktion (Nationally determined contributions, NDCs) vorlegen. Das Ziel der EU ist es, bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemission um mindestens 40 Prozent, gegenüber dem Jahr 1990 zu erreichen. Dies bedeutet für Österreich eine Reduktion um 36 Prozent, für die Treibhausgasemissionen, die nicht dem Emissionshandel unterliegen (BMK 2021).

Die vorliegende Studie untersucht die wirtschaftlichen Effekte einer ambitionierten Umsetzung der Klimaziele im Bezirk Murtal: In Szenarien für das Jahr 2040 wird der Einsatz fossiler Brennstoffe auf Null reduziert.

2.3 IST-Stand und Szenarien

Das KEM-Leitprojekt REMUK verfolgt das Ziel, die regionalwirtschaftlichen Auswirkungen der Energiewende in der KEM Murtal zu quantifizieren. Dazu bedarf es einer Übersicht über das **derzeitige Energiesystem** sowie über mögliche zukünftige Energiesysteme in der Region. Diese werden in folgenden **zwei Szenarien** dargestellt:

- Szenario 1: Klimaneutrales Murtal 2040 (*MT2040_Sz1*)
- Szenario 2: Klimaneutrales Murtal 2040 mit *Biomass to Liquid* (BTL) Anlage (*MT2040_Sz2*)

Für die ausgewählten Technologien in den jeweiligen Szenarien und deren Leistungsgrößen simuliert RESYS die dazugehörigen Stoff-, Energieflüsse und Treibhausgasemissionen. In der Folge werden die ausgewählten Technologien sowie die Stoff- und Energieflüsse monetär bewertet. Dieses Zahlengerüst stellt die Basis für die spätere regionalwirtschaftliche Bewertung dar.

2.3.1 IST-Stand

Die Quantifizierung des aktuellen Energiesystems ist die Basis für die weiteren Arbeitsschritte. Die zukünftigen Szenarien bauen darauf auf und werden dann wiederum mit dem IST-Stand (*MT2020*) verglichen. Im Rahmen der Arbeit in der KEM Murtal wurde für die Region bereits der IST-Stand mit dem frei verfügbaren *Energiemosaik* (www.energiemosaik.at) modelliert. Darin werden die Energieströme für Wärme, Prozesse und Mobilität **in Jahreswerten** dargestellt. Die Daten basieren auf Angaben der Statistik Austria.

Diese Daten dienen als Grundlage für die Modellierung des IST-Stands im Energiewende-Tool RESYS (www.resys-tool.at). Auch dieses Tool basiert auf Energiekennwerten und Daten der Statistik Austria. Das RESYS-Tool verwendet Datengrundlagen zu allen üblichen Energieträgern und zusätzlich noch Referenzwetterdatensätze und empirische Profile, um Energiebedarf und Energieaufbringung **in Stundenauflösung** für ein typisches Jahr zu berechnen. Letzteres erlaubt die Beurteilung der Auswirkungen von Energiespeichern und anderen Flexibilitäten. Unter anderem kann hiermit auch der Anfall von Überschusswärme stromgeführter Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen (KWKs) oder die Auslastung (in Volllaststunden) von KWKs im wärmegeführten Betrieb ermittelt werden, was eine wichtige Planungsgrundlage für die Energiewende bildet.

Die beiden Ergebnisse von Energiemosaik Austria und RESYS-Tool zeigen eine gute Übereinstimmung: Summe Energiebedarf (Abweichung 1,9 %) und der Mobilität (8,4 %). Strom und Wärme können aufgrund der unterschiedlichen Gliederung nicht direkt miteinander verglichen werden, siehe Tabelle 1 und Tabelle 2.

Detaillierte Aufschlüsselungen zum IST-Stand (*MT 2020*) sind im Folgekapiitel im Zuge der vergleichenden Beschreibung mit dem ersten Szenario (*MT2040_Sz1*) enthalten.

Der Vergleich des Energiebedarfs des Bezirks Murtal mit Österreich (siehe Tabelle 3) charakterisiert diese Region ganz klar, wenn die Bedarfszahlen auf die Einwohnerzahl bezogen werden: Im Vergleich zum Österreichsdurchschnitt (Statistik Austria 2020) ist im Bezirk Murtal der Pro-Kopf-Strombedarf fast dreimal höher, der Pro-Kopf-Wärmebedarf um 62 % höher bzw. der Pro-Kopf-Gesamtenergiebedarf um 44 % höher. Die Ursachen für diese Unterschiede können durch die überdurchschnittlich hohe Dichte an Industriebetrieben erklärt werden. Zu diesen zählen die

**Modellierung mit
Energiemosaik**

**Modellierung mit
RESYS-Tool**

**Hoher Strom- und
Wärmebedarf**

Zellstofffabrik Pöls AG, mehrere große metallverarbeitende Betriebe und Bergbaubetriebe.

Diese Betriebe beziehen ihre Rohstoffe überregional und produzieren Waren, die überwiegend außerhalb des Bezirks und auch außerhalb Österreichs abgesetzt werden. Dies bestätigt sich auch in der im Rahmen des Projektes durchgeführten Unternehmensbefragung (siehe Abbildung 19) im nachfolgenden Kapitel 3.

Tabelle 1: Energiebedarf Murtal 2020 gemäß Energiemosaik Austria

	Energiebedarf GWh/a
Wärme ohne Prozesswärme	1.001
Prozesse (Strom, Prozesswärme)	1.981
Mobilität	734
Summe	3.717

Eigene Darstellung

Tabelle 2: Energiebedarf Murtal 2020 ermittelt mit dem RESYS-Tool

	Energiebedarf in GWh/a
Wärme	2.076
Strom ohne Wärme, Mobilität	898
Mobilität	673
Summe	3.646

Eigene Darstellung

Tabelle 3: Vergleich Endenergieverbrauch und Pro-Kopf-Verbrauch von Österreich und Bezirk Murtal 2020

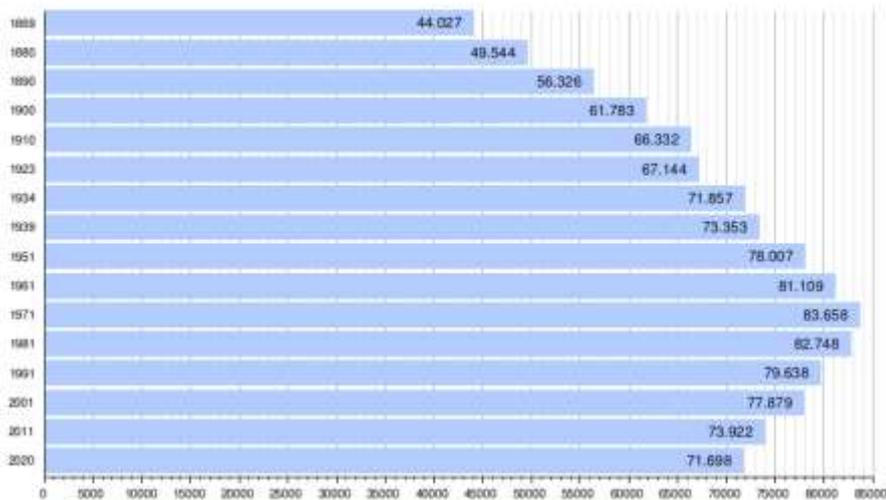
	Endenergieverbrauch in GWh/a		Pro-Kopf-Verbrauch in MWh/a.EW	
	<i>AT</i>	<i>Murtal</i>	<i>AT</i>	<i>Murtal</i>
Strom ohne Wärme, Mobilität	37.549	898	4,2	12,5
Wärme	157.845	2.076	17,8	28,8
Mobilität	117.191	673	13,2	9,3
Summe	312.586	3.646	35,2	50,6
Einwohner	8.878.000	72.004		

Eigene Darstellung

2.3.2 Szenario 1: Klimaneutrales Murtal 2040

Die Bevölkerungsstatistik (siehe Abbildung 3) zeigt für den Bezirk Murtal seit 50 Jahren eine Bevölkerungsabnahme.

Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung im Bezirk Murtal



Quelle: Statistik Austria

Für die Entwicklung der Szenarien für das Jahr 2040 wird eine Stabilisierung der Bevölkerungszahl auf dem Niveau von 2020 angenommen, welche u.a. mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze im Bereich der Energiewendeaktivitäten und anderen Maßnahmen der Regionalentwicklungsorganisation erzielt werden soll.

Die Energiewende wird in zwei Schritten modelliert:

1. Reduktion des Energiebedarfs
2. Ersatz der nicht wegzubringenden fossilen Energieträger durch erneuerbare Optionen

Grundlagen der Optimierung des zukünftigen Wärmesektors. Bei der Optimierung des Energiesystems ist es wichtig, jene Systeme mit hoher Effizienz bzw. hohem Synergienutzen auf den Bedarf abzustimmen. Nicht jede erneuerbare Nutzung ist gleich nachhaltig. Einfache Wirkungsgradabschätzungen wie in Tabelle 4 zeigen, dass insbesondere die Herstellung synthetischer bzw. „grüner“ Brennstoffe (Wasserstoff, grünes Methan ...) mit ihren Effizienzverlusten möglichst sparsam angewendet

werden müssen, um den Verbrauch an Primärstrom aus Wind und PV nicht zu stark in die Höhe schnellen zu lassen. Beispielsweise benötigt ein Brennwert-„Grüngaskessel“ die 5-fache Menge Energie im Vergleich zu einer strombetriebene Wärmepumpe, um die gleiche Menge Niedertemperaturwärme zu erzeugen.

Tabelle 4: Primärenergieaufwand für die Erzeugung von 1 kWh Hoch- oder Mitteltemperaturwärme

Widerstandsheizung mit Primärstrom	1 kWh Strom → Widerstandsheizung → 1 kWh Wärme
Gaskessel („grünes Methan“)	1,74 kWh Strom → 1,04 kWh Methan → Gaskessel → 1 kWh Wärme
Widerstandsheizung Strom aus Rückverstromung („Dunkelflaute“)	1,8 kWh Strom → ... → 1 kWh Wärme Denn: 3,6 kWh Strom → 2,16 kWh Methan → BHKW → 1 kWh-Strom (+ 1 kWh-Wärme) → Widerstandsheizung → 1 kWh Wärme <i>Bonus: Das BHKW liefert zusätzlich noch weitere 1 kWh Wärme in ein Wärmenetz, daher beträgt der Primärenergieaufwand 1,8 kWh</i>
Biogas/Biomasse	1,18 kWh Biomasse → 1 kWh Nutzwärme

Eigene Darstellung

Gleich wie der IST-Stand wurden auch die beiden Szenarien im Energiewende-Tool RESYS modelliert. Im Folgenden werden Bedarf und Aufbringung für die Bereiche Wärme, Mobilität und Strom dargestellt.

Wärmebedarf. Die Wärmebedarfsreduktion wird durch folgende Maßnahmen modelliert: (siehe Tabelle 5 und Abbildung 4)

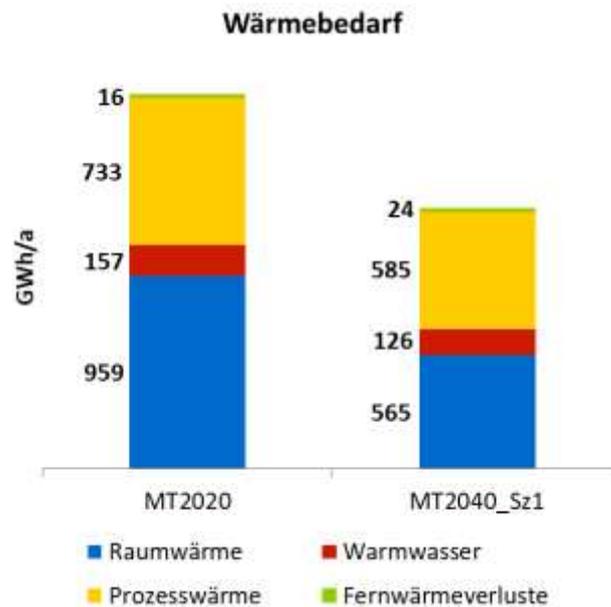
- *Gebäudedämmung:* 87 % der Gebäude haben zumindest Niedrigenergiehausstandard, der Rest ist teilsaniert (z.B. denkmalgeschützte Gebäude)
- *Effizienzsteigerung Warmwasserbedarf:* Dämmung von Verteilsystemen
- *Raumwärme im Nicht-Wohnbereich sowie bei der Prozesswärme:* 30 % für Handel, Tourismus, Landwirtschaft, 20 % übrige Sektoren
- *Fernwärmeverluste:* Wegen des Fernwärmeausbaus zur Nutzung industrieller Abwärme von KWKs und Prozessen werden Fernwärmeverluste um 50 % größer

Tabelle 5: Entwicklung des Wärmebedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 im Szenario 1

	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Raumwärme	959	565
Warmwasser	157	126
Prozesswärme	733	585
Fernwärmeverluste	16	24
Summe	1.866	1.300

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 4: Entwicklung des Wärmebedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Weil sich der Raumwärmebedarf verringert, sich aber die Leistung zentraler KWKs vergrößert, muss das Fernwärmenetz expandiert werden, wie in der folgenden Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Fernwärmenetz 2020 und Ausbau 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
Längenangaben [in m]:	35 % davon	40 % davon
Trasse + Anbindung	Anbindung	Anbindung
Biowärme Aichfeld/Pöls mit Verteilnetzen	50.000	100.000
Weitere Netze	40.000	60.000

Quelle: Eigene Darstellung

Zusammengefasst nach Sektoren stellt sich die Entwicklung des Wärmebedarfs folgendermaßen dar, siehe Tabelle 7:

Tabelle 7: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren

	MT2020	MT2040_Sz1
	MWh/a	
Wohnen	586.628	281.592
Produktion	982.014	781.725
Handel	25.172	17.644
Tourismus	134.111	93.095
Landwirtschaft	674	472
Dienstleistungen	71.537	57.265
Krankenhäuser und Pflegeheime	36.631	31.098
Bäder	11.000	11.000
Abwasserreinigungsanlage	1.583	1.583

Quelle: Eigene Darstellung

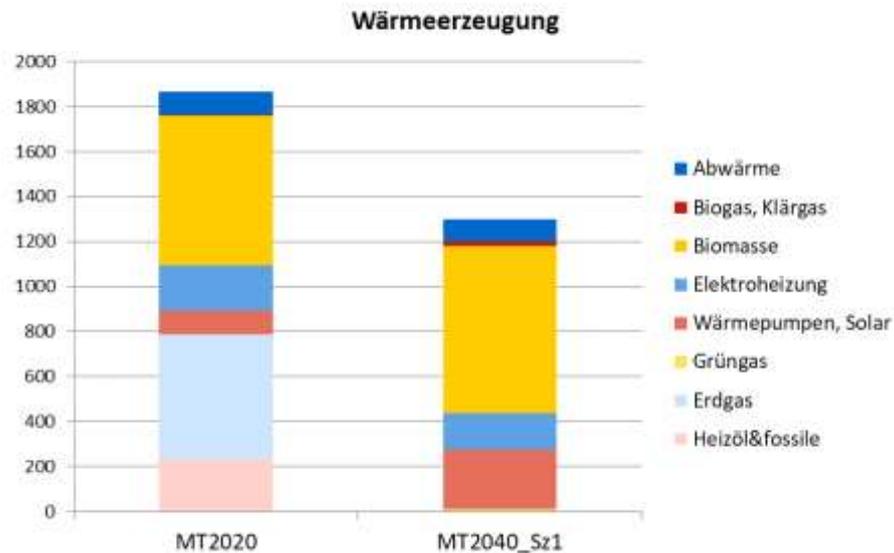
Wärmeerzeugung. Bei der Wärmeerzeugung gibt es im Wesentlichen eine Umsetzung der grundlegenden Strategien „Raus aus Öl, Gas und anderen fossilen Energieträgern“. Ersatzenergieträger sind in erster Linie Strom und Biomasse, siehe Tabelle 8 und Abbildung 5.

Tabelle 8: Entwicklung der Wärmeerzeugung 2020 bis 2040

Wärmeerzeugung aus	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Heizöl	231	0
Erdgas	555	0
Grüngas	0	12
Wärmepumpen, Solar	106	263
Elektroheizung	202	163
Biomasse KWK	229	543
Biomasse Kessel	437	196
Biogas, Klärgas	5	23
Abwärme	100	100
Summe	1.866	1.300

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5: Entwicklung der Wärmeerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Biogas, Klärgas, Grüngas: Synthetisches „Grüngas“ und Wasserstoff werden wegen der bereits zuvor beschriebenen geringen Effizienz auf ein Minimum beschränkt. Ein minimaler Restbedarf an Gas wird überwiegend mit lokal erzeugtem Biogas gedeckt. Derzeit sind die größeren Gemeinden ans Erdgasnetz angeschlossen. Diese Gemeinden haben 74 % Anteil an der Bevölkerung des Bezirks. Dennoch wird ein Ersatz von Erdgas hauptsächlich durch Strom- und Biomasse als Ziel definiert. Die bestehende Biogasanlage und eine weitere sollen das Gas nicht wie bisher verstromen, sondern in das Netz einspeisen.

Wärmepumpen: Thermisch sanierte Gebäude kommen in der Regel mit einer Vorlauftemperatur bis 55 °C aus. Somit können hier verbreitet Wärmepumpen eingesetzt werden. Die Wärmepumpen sollen 2040 2,5-mal so viel Wärme (263 GWh/a) erzeugen wie 2020. Um diesen Anstieg zu ermöglichen, müssen die Förderrichtlinien dahingehend geändert werden, dass auch Anlagen in thermisch sanierten Gebäuden mit Vorlauftemperaturen bis 60 °C gefördert werden.

Elektroheizungen: Hier spielt sich ein radikaler Umbau ab, auch wenn die in Tabelle 9 genannten Zahlen nach einem wenig dramatischen Rückbau aussehen: Die derzeitigen Elektroöfen (Nachspeicher, Konvektoren) sollen aus exergetischen Gründen durch Wärmepumpen, Fernwärme und

Biomasse ersetzt werden. Im industriellen Bereich werden neue Induktionsöfen gezielt die Hochtemperaturanwendungen abdecken, um dort Gas zu ersetzen.

Biomasse: Das Biomassepotenzial des Bezirks wird auf 1320 GWh/a geschätzt. Ein Teil der Waldflächen ist lagebedingt nicht erschließbar oder dient als Schutzwald. Es soll in Zukunft die Hierarchie „Zuerst stoffliche Verwertung und erst dann die energetische Verwertung“ umgesetzt werden. Besondere Berücksichtigung erfordert die Zellstoffproduktion, welche Biomasse für die stoffliche Verwertung in den Bezirk einführt. Die Abfälle und Reststoffe werden bereits jetzt in einer stromgeführten KWK verwertet. Die erzeugte Wärme kann großteils entweder innerbetrieblich oder über ein Fernwärmenetz von Pöls bis Knittelfeld verfügbar gemacht werden. Im Bezirk gibt es noch etwa 21 weitere Nahwärmenetze, wo die Wärme derzeit sowie bei den Einzel-Biomasseanlagen mit Kessel erzeugt wird. Der derzeitige energetische Biomasseinput erhöht sich bis 2040 um ca. 20 % auf 1216 GWh/a (siehe Tabelle 9). Die Verwertung im Kessel wird reduziert, während die Verwertung in KWKs mehr als verdoppelt wird. Zukünftig soll die Grundlastdeckung überwiegend mit wärmegeführten KWKs mit einer Gesamtleistung von 65 MW-el. / 110 MW-th erfolgen. Die Änderung auf wärmegeführten Betrieb ist mit einer Reduktion der Volllaststunden von derzeit 8000 h/a auf 4915 h/a verbunden. Dazu wurde eine Heizlastabdeckung von 30 % angenommen. Die Wärme aus Biomasse deckt 57 % des Wärmebedarfs.

Tabelle 9: Entwicklung der energetischen Biomasseverwertung von 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	h/a	
Volllaststunden	8.000	4.915
	GWh/a	
Biomasse-Input	1.034	1.216
Wärme aus Kessel	437	196
Wärme aus KWK	234	543
Strom aus KWK	156	321
Ungenützte Wärme	48	-

Quelle: Eigene Darstellung

Die technische Herausforderung bei dieser Annahme ist, dass die Heizlastabdeckung bei gleichbleibender KWK-Leistung nicht mehr weiter abgesenkt werden kann (um eine höhere Auslastung zu erzielen), weil dann die Wärme nicht mehr abgenommen werden kann (Wärmebedarfseinsparung ist ein vorrangiges Ziel). In der Umsetzung sind zusätzlich zu den KWKs noch ausreichend Pufferspeicher erforderlich, um einen Stopp & Go-Betrieb in Zeiten geringer Wärmeabnahme zu vermeiden. Aus technischer Sicht und optimistisch betrachtet ist daher die angenommene KWK-Leistung in diesem Szenario bereits am Limit.

Die wirtschaftliche Herausforderung ist das Erreichen eines kostendeckenden Betriebs bei gleichzeitigem Festhalten am wärmegeführten Betrieb. Hierfür müssen jedenfalls Rahmenbedingungen bzw. Förderanreize erst geschaffen werden. Ein Vorteil der wärmegeführten Betriebsweise ist, dass auch der Schwerpunkt der Stromerzeugung in die Heizperiode verlagert wird und somit die Winterschwäche der Photovoltaik und Wasserkraft kompensiert. Eine genaue Beschreibung der Vorteile der wärmegeführten Betriebsweise der KWKs ist im Kapitel 2.3.3 beschrieben.

Abwärme: Die in industriellen Prozessen anfallende Abwärme wird bereits derzeit über die Fernwärmeleitung von Pöls bis Knittelfeld genutzt. Dies wurde auch für 2040 in unveränderter Weise angenommen. Es wurde jedoch angenommen, dass das Fernwärmenetz wegen der forcierten Wärmedämmung vergrößert werden muss: Es werden mehr Gebäude angeschlossen, dadurch erhöht sich der Verbrauch, durch Wärmedämmung ist er wieder rückläufig.

Grundlagen der Optimierung des Mobilitätssektors. Wie bei der Wärmeoptimierung gilt es auch im Mobilitätssektor den Bedarf an Treibstoffen möglichst stark zu reduzieren. Einfache Wirkungsgradabschätzungen in Tabelle 10 zeigen, dass insbesondere die Herstellung synthetischer bzw. „grüner“ Treibstoffe (auch „Elektrotreibstoffe“) mit ihren Effizienzverlusten möglichst sparsam angewendet werden müssen, um den Verbrauch an Primärstrom aus Wind und PV nicht zu stark in die Höhe schnellen zu lassen.

Tabelle 10: Primärenergieaufwand für die Mobilität mit 1 kWh Bewegungsenergie

E-Auto mit Li-Akku	<p>1,2 kWh Strom → 1 kWh Bewegung</p> <p><i>im Winter 20 % mehr (Heizung)</i></p>
Wasserstoffauto mit Brennstoffzelle	<p>3,5 kWh Strom → 2,8 kWh Wasserstoff → 2,4 kWh Wasserstoff gespeichert/transportiert → Brennstoffzelle → 1,1 kWh Strom → 1 kWh Bewegung</p>
E-Auto mit Li-Akku Strom aus Rückverstromung („Dunkelflaute“)	<p>4,3 kWh Strom → 2,6 kWh Methan → BHKW → 1,2 kWh-Strom (+ 1,2 kWh-Wärme) → 1 kWh Bewegung</p> <p><i>Das BHKW liefert zusätzlich noch weitere 1,2 kWh Wärme höchstwahrscheinlich in der Kernheizperiode!</i></p>
Diesel-Pkw mit Elektrodiesel	<p>7 kWh Strom → 4,2 kWh E-Diesel → 1 kWh Bewegung</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Mobilität. Die Mobilität umfasst Personenverkehr, Güterverkehr, Zugmaschinen und den weiteren Verkehr (z.B. Lifte, Bundesheer ...). Der Flugverkehr wird anteilmäßig der Bevölkerung zugeordnet, auch wenn er sich nicht im Bezirk abspielt. Aktuell ist Diesel mit einem Anteil von ca. 55 % der bei weitem dominanteste Energieträger in der Region. Elektroantriebe spielen derzeit nur bei der Bahn und bei Liften eine wesentliche Rolle, siehe Tabelle 11 und Abbildung 6.

Das Ziel für 2040 lautet: Wo immer es möglich ist, sollte der direkte Strombetrieb aus dem Netz bzw. über Batterien eingesetzt werden. Beim Flugverkehr ist in absehbarer Zeit nicht mit Batteriebetrieb zu rechnen. Eine Reduktion des Flugverkehrs – sowohl im Kurzstreckenbereich, als auch durch technische Effizienzsteigerung – ist möglich; die unvermeidlichen Flüge müssen mithilfe von Elektrokerosin durchgeführt werden, um hier die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Tabelle 11: Entwicklung des Energiebedarfs der Mobilität für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

Mobilität	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Benzin	130	18
Diesel	396	148
Biotreibstoffe	32	11
Flugtreibstoff	73	62
Gas, Wasserstoff	15	1
E-Autos (PKW, LNF, ...)	0,01	57
Bahn (Strom)	26	39
Gesamt	673	335

Quelle: Eigene Darstellung

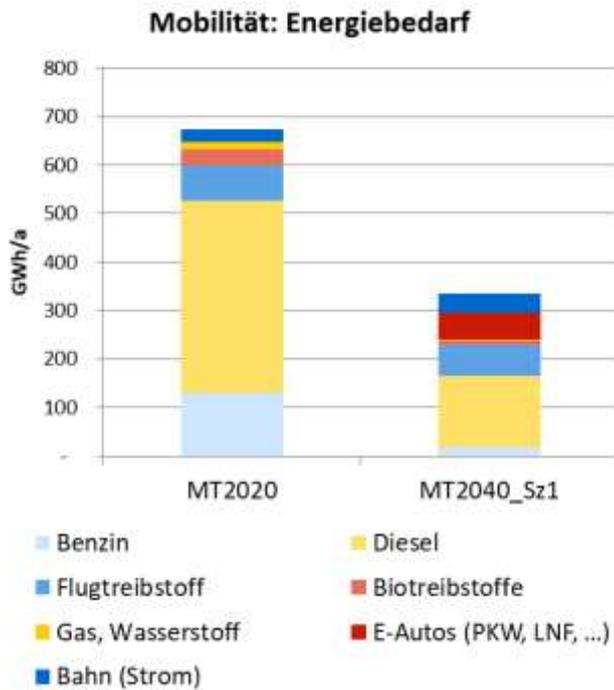
Auch bei Schwerverkehr und Zugmaschinen lässt sich nicht alles durch Stromlösungen ersetzen. Eine geringfügige Verbesserung könnte der Einsatz von Brennstoffzellen und Wasserstoff bringen. Wegen der Geringfügigkeit der Wirkungsgradsteigerung wird auf eine eigene Darstellung dieser Strategie verzichtet.

Eine wesentliche Erleichterung im Schwerverkehr könnte die Installation von Oberleitungen auf Autobahnen sein, wodurch LKWs mit Strombetrieb aus der Oberleitung den Großteil der Transportwege bewältigen könnten. Die verbleibenden Strecken sind dann nicht mehr so wesentlich – aber vielfach würde selbst hier dann eine Batterielösung leichter möglich. Diese Strategie kann nicht im Bezirk gelöst werden und erfordert zumindest internationale Abstimmungen. EU-weite Lösungen könnten diese wichtige Strategie voranbringen. In diesem Szenario wurde dies nicht berücksichtigt.

Folgende grundlegende Maßnahmen tragen dazu bei, dass der Energiebedarf des Mobilitätssektors auf 50 % reduziert wird:

- weitgreifende Elektrifizierung des Mobilitätssektors
- Ausbau öffentlicher Verkehr
- Güterverkehr teilweise auf die Schiene verlagern
- Fahrgemeinschaften im PKW-Verkehr

Abbildung 6: Entwicklung des Energiebedarfs der Mobilität für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

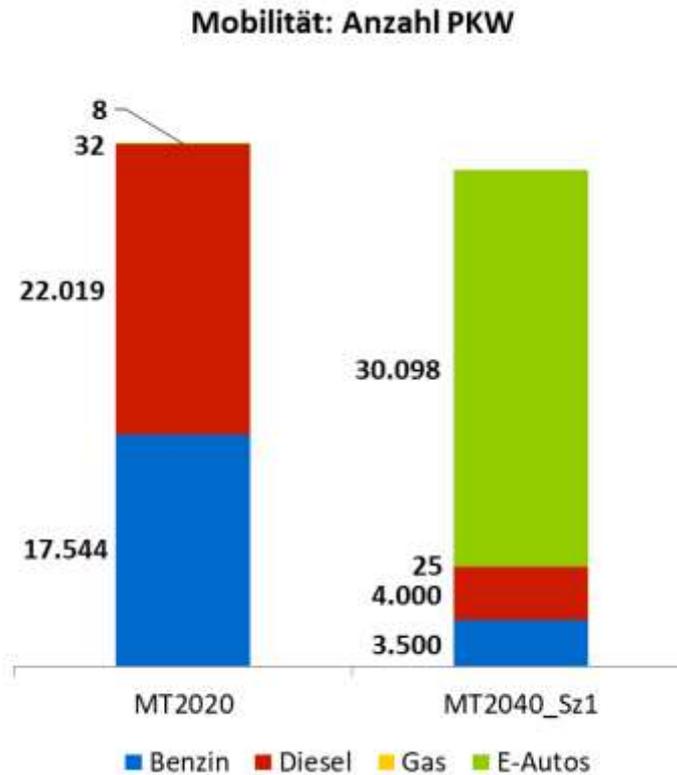


Quelle: Eigene Darstellung

Personenverkehr: Der Personenverkehr wird die umfassendste Änderung erfahren – mehr öffentlicher Verkehr, weg vom Verbrennungsmotor hin zu batteriebetriebenen PKWs. Bis 2040 sollen 85 % der PKWs elektrisch betrieben werden. Und auch bei privaten PKWs soll die durchschnittliche Insassenanzahl von 1,1 auf 1,4 durch betriebliche und private Fahrgemeinschaften angehoben werden, sodass auch hier eine Verbrauchsreduktion realisiert werden kann, siehe Abbildung 7.

Ein weiteres Ziel im Personenverkehr ist das Forcieren des öffentlichen Verkehrs: Busse und Bahn werden 2040 um 75 % mehr Personenkilometer leisten bei einer gleichzeitigen Einsparung von 10 % durch technische Effizienzsteigerung. 60 % der Busse fahren elektrisch auf jenen Linien, wo die begrenzte Reichweite nicht störend ist, bzw. zwischendurch immer wieder Pausen genutzt werden können um aufzuladen. Die Elektrifizierung der Bahn wird von 74 % auf 98 % gesteigert, siehe Tabelle 12.

Abbildung 7: Entwicklung der Anzahl der PKWs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 12: Entwicklung der Fahrzeugkilometer bzw. Personenkilometer für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
Fahrzeugkilometer	km	
Busse	1.627.727	2.849.613
Bahn	1.008.056	1.764.098
Personenkilometer	Pkm	
Busse	26.857.492	47.018.612
Bahn	100.805.600	176.409.800

Quelle: Eigene Darstellung

Güterverkehr: 60 % der leichten Nutzfahrzeuge (LNF) fahren elektrisch, bei gleicher Anzahl von Fahrzeugen. Diese erledigen lokale Zubringer- und Verteildienste. LKW, Sattelschlepper werden mit 100 % Elektroantrieb betrieben (Oberleitungen auf Autobahnen wären besser –

sind jedoch nicht auf regionaler Ebene einzuführen). Effizienzsteigerung: bei Elektrokraftstoffen -10 %, Strom -5 %. Mit einer Verlagerung von 40 % des Güterverkehrs von LKW auf die Schiene wird eine weitere Herausforderung gestellt, siehe Tabelle 13.

Tabelle 13: Entwicklung der Anzahl von Fahrzeugen für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	Anzahl KFZ	
LNF Benzin	154	27
LNF Diesel	1.277	551
LNF Gas	1	1
LNF Strom	1	853
LKW N2	74	50
LKW N3	230	153
Sattelschlepper	67	45

Quelle: Eigene Darstellung

Zugmaschinen. Der hohe Leistungsbedarf von Zugmaschinen und die langen Einsatzdauern lassen eine Umrüstung auf Batterieantrieb nicht in attraktiver Form zu. Die mit Biodiesel und Elektrotreibstoffen angetriebenen Zugmaschinen sind 2040 um 10 % effizienter, siehe Tabelle 14.

Tabelle 14: Entwicklung der Anzahl von Zugmaschinen für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	Anzahl	
landwirtschaftliche Zugmaschinen	200	200
gewerbliche Zugmaschinen	223	223
	GWh/a	
Energiebedarf	89	80

Quelle: Eigene Darstellung

Strombedarf. Der Strombedarf wird einerseits durch Effizienzmaßnahmen reduziert: -10 % Handel, Landwirtschaft, Tourismus, -6 % Wohnen, -5 % restliche Sektoren, siehe Tabelle 15. Durch das Erschließen

neuer Stromanwendungen in der Mobilität bzw. am Wärmesektor (Wärmepumpen, industrielle E-Heizungen) als Ersatz von Fossilenergieanwendungen wird andererseits der Strombedarf bis 2040 insgesamt um etwas mehr als 10 % ansteigen. Aufgrund der dadurch gewonnenen Effizienz ist der Strombedarfsanstieg viel kleiner als die damit ersetzte fossile Energie, siehe Tabelle 16 und Abbildung 8.

Tabelle 15: Entwicklung des Strombedarfs nach Sektoren für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Wohnen	183	172
Produktion	471	447
Handel	39	35
Tourismus	83	74
Landwirtschaft	0,1	0,1
Dienstleistungen	24	21
Krankenhäuser und Pflegeheim	17	15
Straßenbeleuchtung	30	20
Bäder	3	3
Abwasserreinigungsanlage	5	4

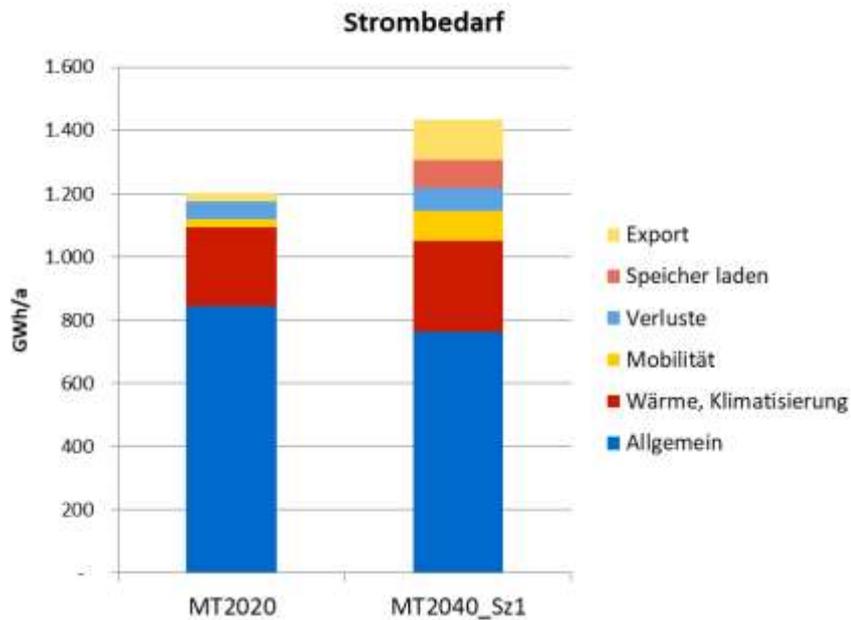
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 16: Entwicklung des Strombedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Allgemein	844	763
Wärme, Klimatisierung	251	288
Mobilität	26	96
Verluste	54	72
Speicher laden	0	87
Export	26	127

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 8: Entwicklung des Strombedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Stromerzeugung. Derzeit werden etwa 44 % des Strombedarfs außerhalb des Bezirks erzeugt und über Hochspannungsleitungen in die Region transportiert. Der umfassende Ausbau der erneuerbaren Potenziale ermöglicht, dass der Strombedarf in der Jahresbilanz innerhalb des Bezirks erzeugt werden kann, siehe Tabelle 17.

Tabelle 17: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040

	MT2020	MT2040_Sz1
	GWh/a	
Wasserkraft	400	475
Wind	95	198
Photovoltaik	35	260
Biomasse	150	321
Biogas, Klärgas	5,6	1,2
Speicher entladen	-	78
Import	515	100

Quelle: Eigene Darstellung

Ausbau der erneuerbaren Potenziale, siehe Abbildung 9:

Wasserkraft: Revitalisierung bestehender Kraftwerke (Großteils an der Mur. Alleine die Revitalisierung des Stadtkraftwerkes Judenburg bringt nach dem Umbau eine Engpassleistung von 6,3 MW und ein Regelarbeitsvermögen von 30 GWh) bringen eine Steigerung der Jahresproduktion von 400 GWh/a auf 475 GWh/a.

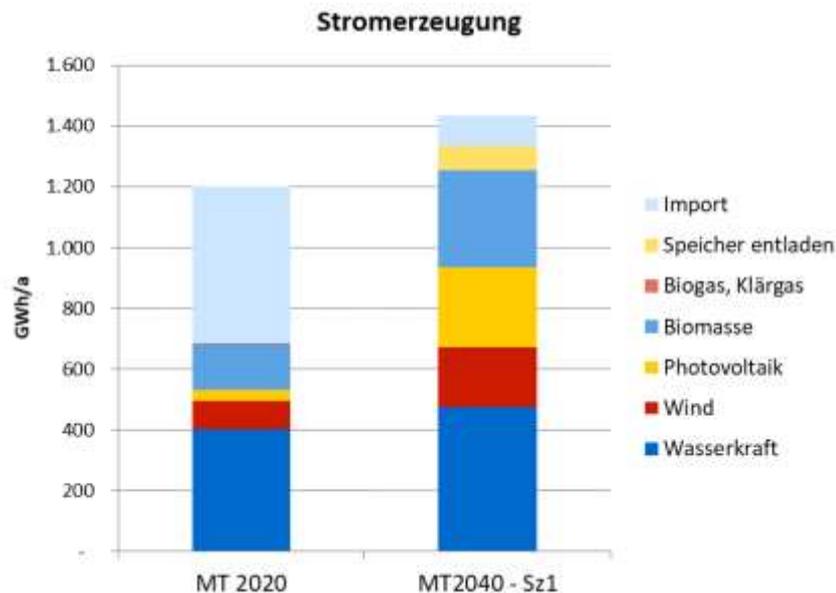
Windkraft: Neue Windparks bringen mehr als eine Verdoppelung auf 198 MWh/a.

Photovoltaik: Ehrgeiziger Ausbau auf Dachflächen, Parkplätzen aber auch Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlich ungenutzten bzw. Böden mit niedrigster Fruchtbarkeit, ermöglichen einen Ausbau auf 260 GWh/a (das 7,5-Fache von 2020).

Biomasse: Neue BHKW im industriellen Bereich und in Fernwärmeprojekten, möglicherweise auch im Wohnbau (neue Technologien im Kleinleistungsbereich) in wärmegeführter Betriebsweise werden weitere 321 GWh/a zur Stromaufbringung beisteuern, das ist etwas mehr als das Doppelte von heute. Dieser Wert stellt eine obere Grenze dar, weil hier das Ziel gesetzt wird, die anfallende KWK-Wärme nutzbringend vollständig zu verwerten. Hier spielt insbesondere die Gebäudedämmung limitierend hinein.

Biogas/Klärgas: Derzeit gibt es eine größere Biogasanlage, welche zusammen mit der Klärgasnutzung 5,6 GWh/a Strom erzeugen. Zukünftig wird die Biogasproduktion in etwa verdoppelt. Das gewonnene Gas wird jedoch nicht sofort verstromt, sondern zu Biomethan aufbereitet und über das Gasnetz als „Grüngas“ als teilweiser Ersatz von Erdgas verwendet. Damit werden 22 GWh/a Biomethan ins Gasnetz eingespeist. Die Stromproduktion wird somit auf die Stromerzeugung in Kläranlagen beschränkt, welche den Strom zur Eigenbedarfsdeckung verwenden (1,2 GWh/a).

Abbildung 9: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Sektorkopplung E-Mobilität – Stromspeicherung: Im Bezirk Murtal gibt es derzeit keine (Pump)Speicherwasserkraft. Auch in Zukunft sollen keine Pumpspeicher im Bezirk errichtet werden. Um jedoch den volatil erzeugten Strom mit dem Bedarf besser aufeinander abstimmen zu können, werden E-Fahrzeug an privaten Ladestationen bzw. auf Parkplätzen mit einem flexiblen bidirektionalen Lademanagement angebunden. Die hohe Lebensdauer (mind. 8000 Zyklen) neuer Li-Akkus ermöglicht die bidirektionale Mitverwendung des Akkus zur Netzregelung ohne die Einsatzdauer des E-Autos zu limitieren, siehe Tabelle 18.

Tabelle 18: Übersicht Import und Export von Strom für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040, je nach Möglichkeit des bidirektionalen Ladens

	Import	Export
	GWh/a	
Mit bidirektionalem Lademanagement	99	127
Ohne bidirektionalem Lademanagement	178	214

Quelle: Eigene Darstellung

Im Zielszenario MT2040_Sz1 müssen jährlich 214 GWh über die Bezirksgrenzen exportiert und 178 GWh/a importiert werden. Wenn von den rd. 30.000 E-PKWs 50 % flexibel am Netz sind, steht eine Speicherkapazität von 820 MWh flexibel zur Verfügung. Damit kann die Anpassung an den Bedarf besser abgestimmt werden, sodass der erforderliche Energieaustausch über die Bezirksgrenzen fast halbiert wird.

Elektrokraftstoffe (E-Fuels): E-Fuels sind im Bereich der Mobilität die einzige Lösung, um den Fossilenenergieeinsatz zu umgehen. Die Herstellung von Elektrotreibstoffen sollte flexibel in das gesamte Energiesystem eingebunden werden, um überschüssige Energie aus PV und Wind zu verwerten. Der Wirkungsgrad der sogenannten PowerToFuel (PTF)-Verfahren wurde mit 56 % angenommen (lt. Sterner 2014 können aus 1 kWh Strom zwischen 0,5 bis 0,65 kWh Treibstoff erzeugt werden).

Der Bezirk Murtal benötigt für die Mobilität 228 GWh/a Treibstoffe und 33 GWh/a „Grüngas“, welche durch Biogas zu zwei Drittel selbst gedeckt werden. Summiert ergibt sich ein Bedarf an Elektrotreib- und Brennstoffen von 240 GWh/a, zu deren Herstellung 428 GWh/a Strom benötigt werden. Die PTF-Anlagen werden vermutlich außerhalb des Bezirks betrieben werden; geeignete Standorte liegen in Gebieten, wo häufig regionale Stromüberschüsse auftreten (z.B. Ostösterreich), siehe Tabelle 19.

Tabelle 19: Bedarf für PTF-Produkte für den Bezirk Murtal 2040

	GWh/a
Gasbedarf	33
Bedarf flüssige Treibstoffe	228
Biogas Eigenproduktion	-22
Bedarf PTF-Produkte	240
Strom für PTF-Produkte	428
Stromnettoexport aus Murtal	-28
Nicht vom Murtal gedeckt	400

Quelle: Eigene Darstellung

Die Gesamtenergiebilanz einschließlich Elektrotreibstoffe des Bezirks Murtal weist ein Stromdefizit von 400 GWh/a auf. Mit einem zusätzlichen Windpark auf der Seetaler Alpe könnte dieses Stromdefizit noch um

75 GWh/a verringert werden. Das österreichische Bundesheer gibt derzeit dieses Gebiet für die Windenergienutzung nicht frei.

2.3.3 Auswirkung wärmegeführter Betriebsweise im Murtal 2040 Szenario 1

In Szenario MT2040_Sz1 wurde aus Effizienzgründen ein wärmegeführter Betrieb der Biomasse KWK festgelegt. Derzeit werden die KWK praktisch durchgehend betrieben, um die jährlichen Erlöse durch den Stromverkauf zu erhöhen und so die Amortisationszeit zu verkürzen. Diese Betriebsweise wird durch das Ökostromgesetz / EAG ermöglicht, weil ganzjährig zu jeder Stunde der geförderte Einspeisetarif gewährt wird.

Mit der stundenweisen Berechnung von Energiebedarf und Energieproduktion auf Basis eines Referenzwetterdatensatzes liefert durchgehendem KWK-Betrieb die Menge der genutzten Wärme und der Überschusswärme. Bei der wärmegeführten Betriebsweise wird der KWK nur in dem Maße erlaubt, dass die anfallende Wärme vollständig als Nutzwärme möglich ist; gleichzeitig erhält man für den wärmegeführten Betrieb die mögliche Volllaststundenzahl.

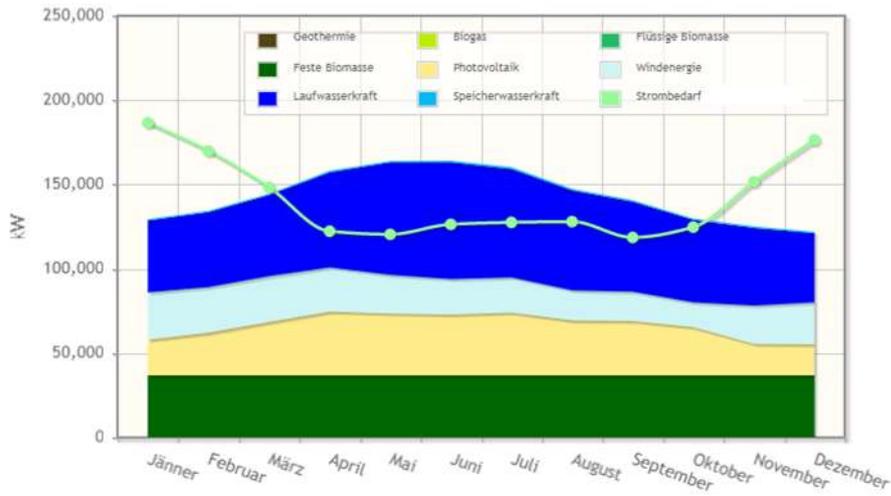
Die Wärmenutzung unterliegt in der Zukunft immer mehr einem Spannungsfeld: Einerseits wollen wir den Wärmebedarf durch Gebäudesanierung und andere Effizienzmaßnahmen senken. Damit verlieren Fernwärmenetze an Abnahmedichte. Um weiterhin die KWK-Wärme nutzbringend verwerten zu können, müssen das vorhandene Netz ausgebaut und Lücken geschlossen werden.

Eine Steigerung der Biomasseverwertung in KWK stößt umso eher an die Grenzen, je mehr Wärme eingespart wird. Aufgrund der derzeitigen Rahmenbedingungen wäre es natürlich finanziell verlockend, die KWK im Dauerbetrieb zu halten, und den nicht benötigten Wärmeüberschuss wegzukühlen. Zur Veranschaulichung der Auswirkungen dieses Dauerbetriebs wurde dieses RESYS mit folgenden Rahmenbedingungen simuliert:

1. Der Biomasse-Input für das KWK ist derselbe wie im Vergleichsszenario MT2040_Sz1 (wärmegeführte KWKs).
2. Strom- und Wärmebedarf, sowie Mobilität ist in beiden Szenarien ident.

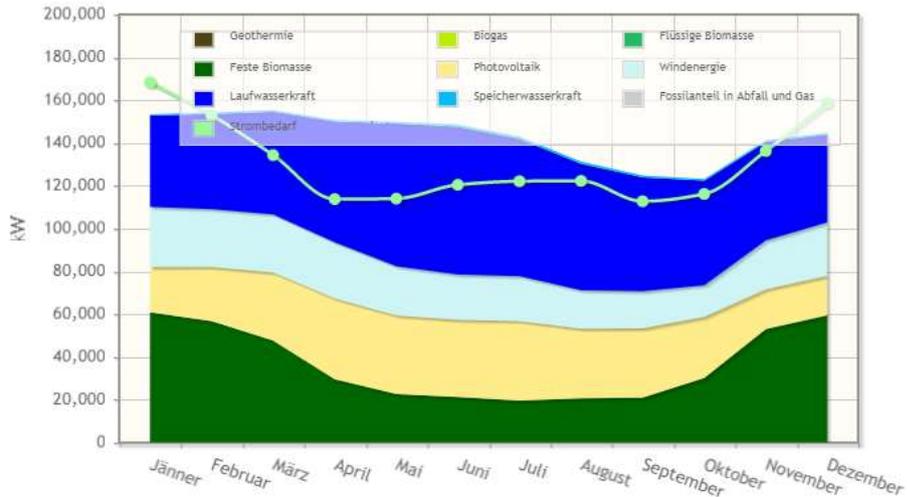
In beiden Szenarien ist die jährliche Stromerzeugungssumme exakt gleich, jedoch anders verteilt: Die gleichmäßige Stromproduktion bei durchgehendem KWK-Betrieb vergrößert im Winter den Strommangel und im Sommer den Stromüberschuss – wie im Vergleich von Abbildung 10 und Abbildung 11 zu sehen ist.

Abbildung 10: Monatlicher Verlauf von Strom- Wärmeproduktion und Überschusswärmeanfall durch Biomasse-KWK im Dauerbetrieb 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 11: Monatlicher Verlauf von Strom-, Wärmeproduktion und Überschusswärmeanfall durch Biomasse-KWK in wärmegeführter Betriebsweise 2040



Quelle: Eigene Darstellung

Dies hat zur Folge, dass der KWK-Dauerbetrieb den erforderlichen Stromimport (insbesondere im Winter) mehr als verdoppelt, aber auch den Export fast 10 % vergrößert. Dadurch wird das Übertragungsnetz stärker belastet (Tabelle 20).

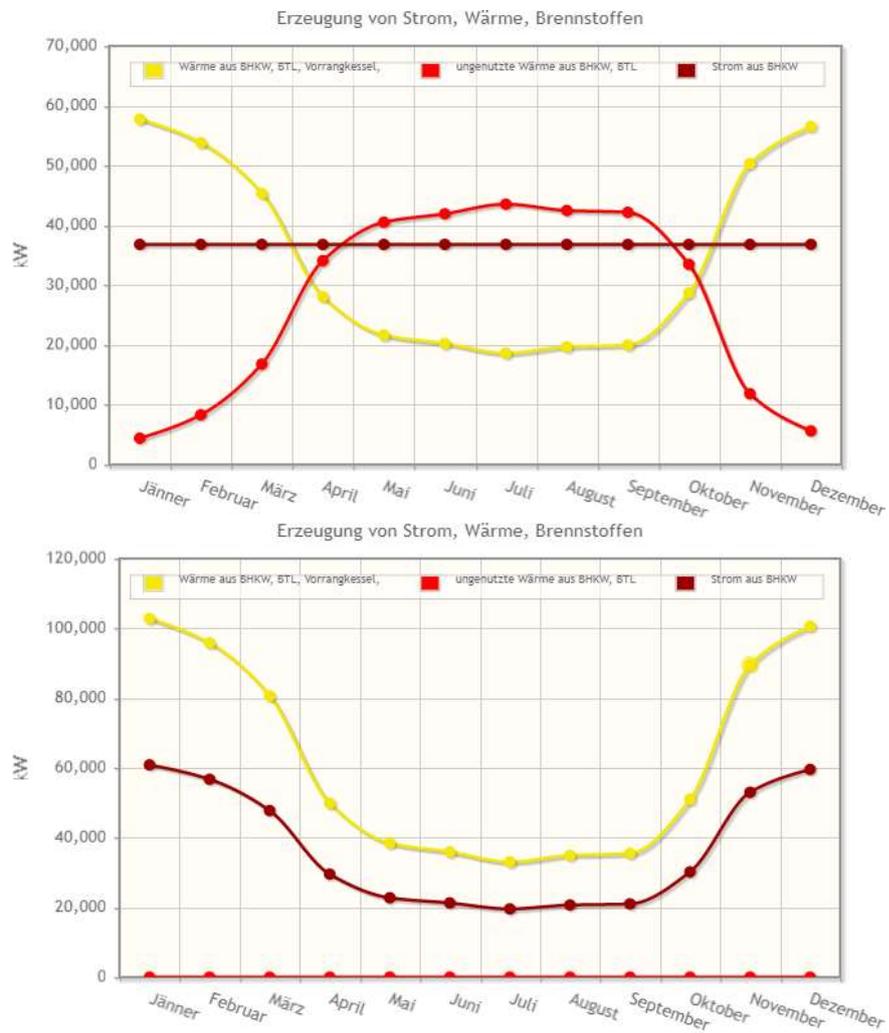
Tabelle 20: Einfluss der Betriebsweise von Biomasse-KWKs auf die erforderlichen Import- und Export-Stromflüsse über die Bezirksgrenzen

	MT2040_Sz1 wärmegeführt MWh/a	MT2040-KW Dauerbetrieb
Import	100	207
Export	127	139

Quelle: Eigene Darstellung

Im Wärmesektor ist festzustellen, dass Biomasse-KWKs im Dauerbetrieb vor allem außerhalb der Heizperiode 238 GWh/a ungenützte Wärme produzieren (siehe Abbildung 12 und Tabelle 21).

Abbildung 12: Monatlicher Verlauf von Strom-, Wärmeproduktion und Überschusswärmeeinfall durch Biomasse-KWK im Dauerbetrieb (oben) und in wärmegeführter Betriebsweise (unten)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 21: Vergleich der Betriebsweisen von Biomasse-KWK

	MT2040_Sz1 wärmegeführt	MT2040_Sz1 stromgeführt
	h/a	
Volllaststunden KWK	4.915	8.000
	GWh/a	
Wärme aus KWK	543	304
Strom aus KWK	321	321
Ungenützte Wärme KWK	0	238
Wärme aus Kessel	196	268
Biomasse-Input	1.216	1.301

Quelle: Eigene Darstellung

In einem Ganzjahresbetrieb müssen mehr Heizkessel (Biomasse-„Grüngas“-Kessel, E-Heizungen und Wärmepumpen eingesetzt werden – also entsteht ein zusätzlicher Energiebedarf für die Wärmeerzeugung, welche in Tabelle 22 detailliert angegeben wird.

Tabelle 22: „Umweg-Vergrößerung“ des Bedarfs an Wärmeerzeugung bedingt durch den Dauerbetrieb der Biomasse-KWKs

Wärmeerzeugung	MT2040_Sz1 wärmegeführt	MT2040_Sz1 stromgeführt
	GWh/a	
Biomasse	739	572
E-Heizungen	163	223
Wärmepumpen	262	357
Grüngas	33	45
Summe	1.197	1.197

Quelle: Eigene Darstellung

Bezieht man umfassend alle Energiesektoren inkl. PTF-Brenn- und Treibstoff in die Bilanz ein (siehe Tabelle 23), so erkennt man, dass sich alle vorhin beschriebenen negativen Effekte aufsummieren und schließlich den nicht durch den Bezirk gedeckten Strombedarf um fast 30 % von 400 GWh/a auf 517 GWh/a vergrößern.

Tabelle 23: Vergleich der Primärstrombilanz mit Einbeziehung des Bedarfs an PTF-Brenn- und Treibstoffen für unterschiedlichen Betriebsweisen von Biomasse-KWKs

	MT2040_Sz1 wärmegeführt	MT2040_Sz1 stromgeführt
	GWh/a	
Gasbedarf	33	45
Bedarf fl. Treibstoffe	228	228
Biogas Eigenproduktion	-22	-22
Bedarf PTF-Produkte	240	251
Strom für PTF-Produkte	428	449
minus Stromnettoexport aus Murtal	-28	68 (Nettoimport)
Nicht vom Murtal gedeckt	400	517

Quelle: Eigene Darstellung

Hinzu kommt noch, dass die starke Stromimportzunahme im Winter zukünftig teuer kommt, weil auch außerhalb des Bezirks Strom im Winter die Stromproduktion im Jahresverlauf am geringsten sein wird. Es ist daher zu rechnen, dass der Marktpreis im Winter deutlich höher sein wird als im Sommer.

Zusammenfassend wird daher festgestellt, dass das derzeitige Bestreben nach Dauerbetrieb bei KWKs zwar die Auslastung erhöht, aber über Umwegen volkswirtschaftlich sehr teuer kommt. Jedoch darf nicht damit gerechnet werden, dass KWK-Betreiber gegen ihre eigenen wirtschaftlichen Interessen handeln, welches durch das Ökostromgesetz unterstützt wird.

2.3.4 Szenario 2: Klimaneutrales Murtal 2040 mit BTL-Anlage

Das Szenario 2 (MT2040_Sz2) basiert auf dem Szenario 1 und unterscheidet sich darin, dass in diesem Szenario eine Biomass to Liquid (BTL) Anlage ins Spiel kommt. Die Überlegung dabei ist, eine alternative Nutzung der in der Region im großen Ausmaß vorhandenen Holzbiomasse zu untersuchen.

Die Annahme dabei ist, dass insgesamt gleich viel Holzbiomasse zum Einsatz kommt. Das bedeutet, dass weniger Biomasse für KWK-Anlagen zur Verfügung steht, was wiederum bedeutet, dass weniger Strom in der Region produziert werden kann. Um diesen Umstand auszugleichen wird als weitere Rahmenbedingung der oben erwähnte (derzeit noch nicht verfügbare) Windparkstandort Seetaler Alpe mit berücksichtigt. An den allgemeinen Rahmenbedingungen (Bevölkerung, Energiebedarf in der Region und ähnliches) wurden gegenüber dem Szenario 1 keine Änderungen vorgenommen.

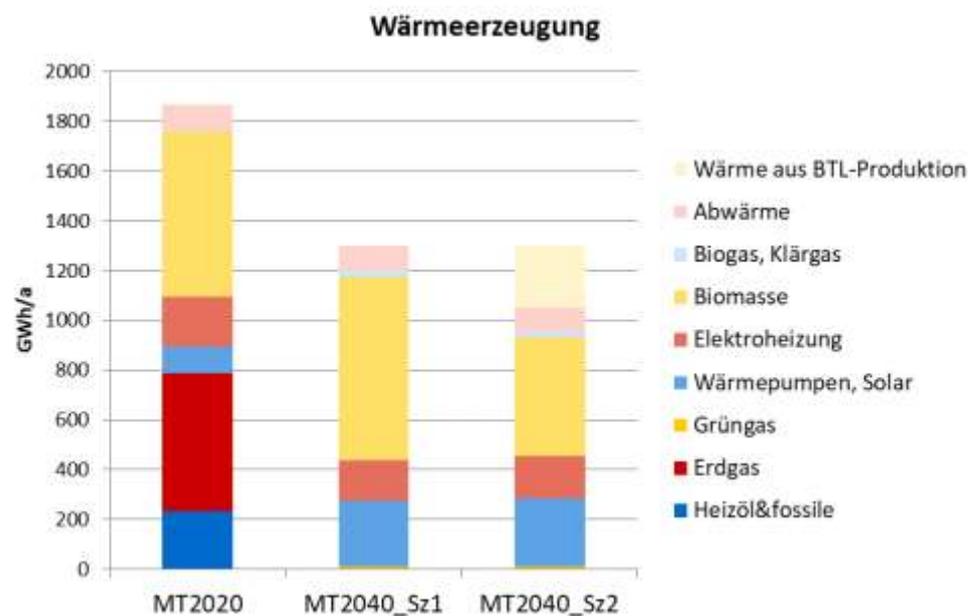
Wärmeerzeugung. Die oben erwähnte geringere Verfügbarkeit von Biomasse für Biomasse-KWK Anlagen schlägt sich in einer Reduktion der Wärmeproduktion mit dieser Technologie um rund 50 % im Vergleich zu Szenario 1 nieder, siehe Tabelle 24. Abbildung 13 stellt den IST-Stand und die beiden Szenarien graphisch gegenüber.

Tabelle 24: Wärmeerzeugung 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2

Wärmeerzeugung aus	MT2020	MT2040_Sz1	MT2040_Sz2
	GWh/a		
Heizöl	231	0	0
Erdgas	555	0	0
Grüngas	0	12	13
Wärmepumpen, Solar	106	263	273
Elektroheizung	202	163	170
Biomasse KWK	229	543	272
Biomasse Kessel	437	196	204
Biogas, Klärgas	5	23	23
Abwärme	100	100	100
Wärme aus BTL-Produktion	0	0	246
Summe	1.866	1.300	1.300

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13: Entwicklung der Wärmeerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2



Quelle: Eigene Darstellung

Stromerzeugung. Für den Strombereich stellen sich die in diesem Szenario getroffenen Annahmen folgendermaßen dar, siehe Tabelle 25:

Tabelle 25: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2

	MT2020	MT2040_Sz1	MT2040_Sz2
	GWh/a		
Wasserkraft	400	475	475
Wind	95	198	273
Photovoltaik	35	260	260
Biomasse-KWK	150	321	159
Biogas, Klärgas	5,6	1,2	1,2
Gesamt	686	1256	1169
Speicher entladen	-	78	68
Import	515	100	210

Quelle: Eigene Darstellung

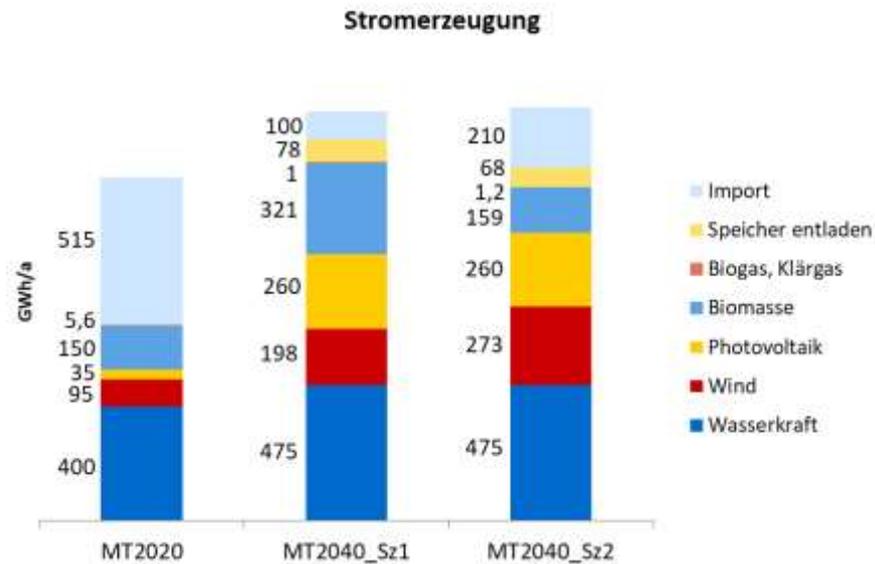
Strom aus Windkraft steigert sich in diesem Szenario um 38 % gegenüber Szenario 1. Strom aus Biomasse wird um rund 50 % verringert. Der Strom-import muss damit mehr als verdoppelt werden im Vergleich zu Szenario 1, ist aber immer noch rund 60 % niedriger als im IST-Stand. Abbildung 14 stellt den IST-Stand und die beiden Szenarien graphisch gegenüber.

Dafür kann der Bedarf an Strom für PTF-Produkte entsprechend reduziert werden, wie die Tabelle 26 zeigt:

Mit der Biomass to Liquid (BTL) Treibstoffproduktion von rund 197 GWh verringert sich der Bedarf an Strom für Power to Fuel-Produkten (PTF) erheblich: von 428 GWh/a im Szenario 1 auf 79 GWh/a im Szenario 2 (bei einem PTF-Wirkungsgrad von 0,56).

Dadurch, dass aber über die Biomasse-KWK-Anlagen weniger Strom produziert wird (und der zusätzliche Windpark auf der Seetaler Alpe diese Differenz nur zum Teil ausgleicht) bleiben unter dem Strich 166 GWh/a an Strom für PTF-Produkte in diesem Szenario (im Vergleich zu 400 GWh/a im Szenario 1), siehe Tabelle 26.

Abbildung 14: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 26: Strombedarf für PTF-Produkte für den Bezirk Murtal 2040 - Sz2

	GWh/a
Gasbedarf	35
Bedarf flüssiger Treibstoffe	228
Biogas Eigenproduktion	- 22
BTL-Eigenproduktion	- 197
Bedarf PTF-Produkte	44
Strom für PTF-Produkte	79
Stromnettoimport ins Murtal	87
Nicht vom Murtal gedeckt	166

Quelle: Eigene Darstellung

2.3.5 Zusammenfassung

Mit den diskutierten Maßnahmen kann der Bezirk Murtal bis 2040 ein Energiesystem ohne fossile Energie aufbauen. Die beiden Szenarien untersuchen dabei unterschiedliche Nutzungspfade der Holzbiomasse: einmal eine verstärkten Nutzung in Biomasse-KWKs und einmal mit einer Biomass to Liquid (BTL)-Anlage zur Treibstoffproduktion in der Region.

Mit dem Erhalt der energieintensiven Betriebe bleibt ein Energiebedarf bestehen, der nicht regional gedeckt werden kann. Es bleiben damit in diesen Industriezweigen Arbeitsplätze erhalten und es werden Produkte hergestellt, welche vor allem außerhalb des Bezirks verwendet werden. Auch pendeln Arbeitskräfte dieser Betriebe in den Bezirk Murtal ein.

Der Bezirk ist auf die Erzeugung und teilweise Importe von Elektrotreibstoffen angewiesen, zu deren Herstellung außerhalb des Bezirks elektrische Energie benötigt wird, die mengenmäßig 31 % in Szenario 1 bzw. 13 % in Szenario 2 des zukünftigen Strombedarfs des Bezirks Murtal entspricht. In beiden Szenarien ist die Region damit auf den Energieimport aus weniger energieintensiven Regionen mit guten Energiepotenzialen angewiesen.

Zudem wird anschaulich dargestellt, wie wichtig es für das Gelingen der Energiewende ist, KWKs wärmegeführt zu betreiben. Die Umsetzung einer wärmegeführten Betriebsweise bedarf jedoch einer Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen, damit diese auch wirtschaftlicher als der Dauerbetrieb ist.

Mit den unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den beiden Szenarien ergibt sich jeweils ein unterschiedliches Technologieportfolio, das in weiterer Folge regionalwirtschaftlich bewertet wurde und im folgenden Kapitel beschrieben wird.

3 Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende im Murtal

Dieses Kapitel beschreibt die Ermittlung der volkswirtschaftlichen Effekte, beginnend mit der Methode der Regionalisierung der Input-Output-Analyse für das Murtal. Die aus den Szenarien übernommenen Mengengerüste für die Energiewende werden in regionale volkswirtschaftliche Effekte umgerechnet.

3.1 Anwendung eines regionalen Input-Output-Modells

3.1.1 Grundsätzliche Modellüberlegungen

Um eine Umsetzung und Akzeptanz der Klimamaßnahmen erreichen zu können, ist es förderlich, die regionalwirtschaftlichen Effekte darstellen zu können. Oft werden nur die direkten und sichtbaren Effekte eines Vorhabens dargestellt – doch diese unterschätzen die regionalwirtschaftlichen Effekte. Denn Vorleistungen wie Wartung und Materialeinsatz lösen Umsätze aus, und diese Umsätze weitere Umsätze (Mehrrundeneffekte). Hinzu kommen die Effekte des Haushaltskreislaufs: Beschäftigte kaufen z.B. Lebensmittel und zahlen Mieten (induzierte Effekte).

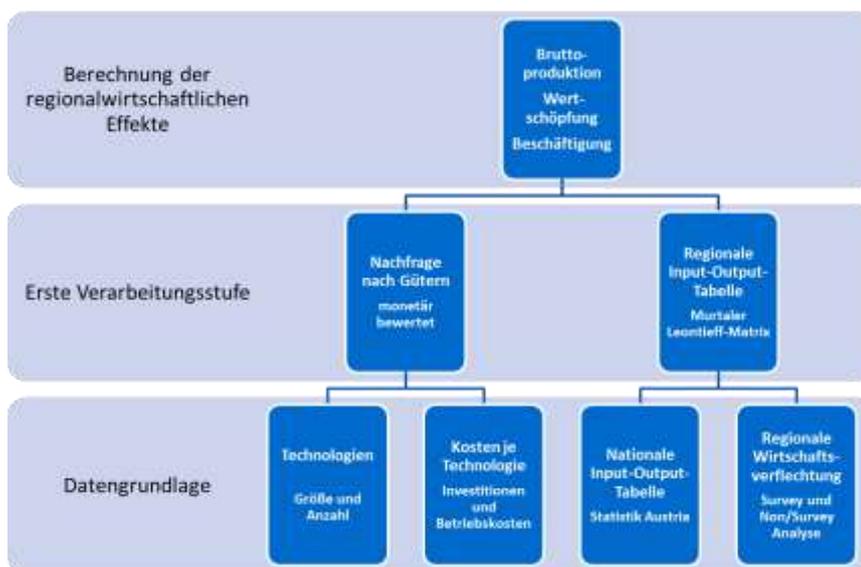
Um die Gesamtheit dieser Effekte zu berechnen, wird in diesem Projekt die Input-Output-Analyse angewendet. Dabei werden grundsätzlich die durch die Maßnahmen entstandene direkte Nachfrage nach Gütern mit den Input-Output Tabellen verknüpft. Es werden zwei Maßnahmenbündel mit unterschiedlichen Wirkungen berücksichtigt:

- Jene Maßnahmen, die eine Investition auslösen und
- jene Maßnahmen, die eine Reduktion der Nachfrage nach konventionellen Betriebsmitteln mit sich bringen.

Die weitere Vorgehensweise gliedert sich in zwei Verarbeitungsschritte (siehe Abbildung 15):

1. Einerseits wird die durch die Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen entstehende monetäre Nachfrage nach Gütern berechnet. Diese setzt sich aus den in Kapitel 2 dargestellten Technologien sowie deren Anzahl an Einheiten je Szenario und den jeweiligen Kosten pro Einheit und Jahr zusammen. Die berechnete Nachfrage wird regional und sektoral zugeordnet. Andererseits wird eine regionale Leontieff-Matrix (Murtaler Leontieff-Matrix) erstellt. Diese basiert auf nationalen Input-Output Tabellen (I/O Tabellen) und Erkenntnissen zur regionalen Wirtschaftsverflechtungen und ist notwendig um die Spezifika des regionalen Wirtschaftsraums abbilden zu können. Beides bildet anschließend die Basis für den Verarbeitungsstufe 2.
2. Indem die direkte Nachfrage mit der Murtaler Leontieff-Matrix in der Input-Output-Analyse verknüpft werden, können die regionalen wirtschaftlichen Effekte der Szenarien berechnet werden. Die Effekte beziehen sich auf die Bruttoumsätze, die Wertschöpfung und Beschäftigung in der Region.

Abbildung 15: Vorgehensweise zur Bewertung der Klimaschutz-Maßnahmen im Murtal



Quelle: Eigene Darstellung

Unterschieden werden jeweils die Szenarien: das *Business-As-Usual* (MT_B.A.U.) und die Energiewendeszenarien *Szenario #1* (MT2040_Sz1)

und *Szenario #2* (MT2040_Sz2). Den Szenarien sind – wie oben beschrieben – verschiedene Technologie-Körbe zugrunde gelegt: Der zu deckende Energiebedarf wird durch unterschiedliche Anlagenzahlen diverser Technologien gedeckt.

3.1.2 Investitionen und die dadurch entstehende Nachfrage

Aufbauend auf Kapitel 2 werden die für die Klimaschutzmaßnahmen notwendigen Investitionen berechnet. Diese basieren auf der Anzahl der Einheiten je Technologie und den jeweiligen Investitionskosten. Investitionen können sowohl Neu- als auch Ersatzinvestitionen sein. Die durch die Investitionen entstehende regionale und sektorale Nachfrage pro Jahr berechnet sich aus den Investitionskosten dividiert durch die Nutzungsdauer und den jährlichen Betriebskosten (produktionsabhängig und produktionsunabhängig). Eine Branchen-Regio Matrix ordnet die durch die Klimaschutzmaßnahmen entstandene Nachfrage regional und sektoral zu.

Dabei orientiert man sich an dem Ort und dem Sektor, in dem die Nachfrage entsteht. Die regionale Zuordnung gliedert sich in die vier Kategorien: Region, Bundesland, Österreich und Ausland. Etwa wird ein Brennkessel wahrscheinlich aus Österreich bezogen oder aus dem Ausland, kaum jedoch aus der eigenen Region.

Tabelle 27: Aggregation der ÖNACE 2008

Branchen-ID	Branche
<A_1>	Landwirtschaft, Jagd; Fischerei (A_1)
<A_2>	Forstwirtschaft und Holzeinschlag (A_2)
	Bergbau (B)
<C>	Herstellung von Waren (C)
<D>	Energieversorgung (D)
<E>	Wasserversorgung und Abfallentsorgung (E)
<F>	Bau (F)
<G>	Handel (G)
<H>	Verkehr (H)
<I>	Beherbergung und Gastronomie (I)
<J-N>	Wirtschaftsnahe und technische Dienstl. (J-N)
<O-U>	Staatliche u. sonstige Dienstleistungen (O-U)

Quelle: Eigene Darstellung

Sektoral bedient man sich 12 Branchen (Aggregation der ÖNACE 2008, siehe Tabelle 27), zu denen die Nachfrage zugeordnet wird. Die Ermittlung der direkten Nachfrage basiert auf den jährlichen Kosten der jeweiligen Technologie sowie deren Anzahl an Einheiten in dem jeweiligen Szenario. Anschließend wird die regionale und sektorale Nachfrage der Technologien für das gesamte Szenario aggregiert und geht als Input in den nächsten Verarbeitungsschritt ein.

3.1.3 Erstellen der regionalen Input-Output-Tabellen

Wesentlich für die Ermittlung der regionalen volkswirtschaftlichen Effekte ist die Erstellung einer regionalen Input-Output-Tabellen und in weiterer Folge einer regionalen Leontieff-Matrix. Diese entsteht durch die Anpassung der nationalen Matrix an die Murtaler Bedingungen: als kleine Region mit nur 70.000 Einwohnerinnen und Einwohnern verbleiben weniger Wertschöpfungseffekte in der Region als das nationale Modell vorhersagen würde. Um dies zu berücksichtigen, werden ein Non-Survey-Ansatz mit einem Survey Ansatz verknüpft. Die Ansätze werden im Folgenden im Detail vorgestellt.

Non-Survey-Ansatz. Aus den nationalen I/O-Tabellen der heimischen Produktion werden die Inputkoeffizienten bestimmt, indem die Vorleistungen und die Komponenten der Wertschöpfung ins Verhältnis zur Produktion gesetzt werden. Die regionalen Inputkoeffizienten werden aus den nationalen Inputkoeffizienten bestimmt, indem diese mit einem Location Quotient (LQ) multipliziert werden.

Dieser reflektiert, dass nicht alle Vorleistungen aus der Region bezogen werden. Der sogenannte „cross-industry location quotient“ (CILQ) setzt den regionalen Anteil des zuliefernden Sektors in das Verhältnis zum regionalen Anteil des belieferten Sektors (Flegg und Thomo 2013, 2019; Kowalewski 2015). Hat etwa eine Region eine starke Nahrungsmittelindustrie, so braucht sie auch viele landwirtschaftliche Betriebe vor Ort, ansonsten muss sie aus dem Rest Österreichs „importieren“. Flegg und Thomo [2013] multiplizieren den CILQ weiters mit einem Faktor, der die Größe der Region (in Form von Wertschöpfungs- oder Erwerbstätigenanteilen) reflektiert.

In Anlehnung daran wurde für österreichische Regionen ein Location Quotient BLQ ermittelt; der Exponent (0,2246) wurde aus den empirischen Daten von Flegg und Thomo ermittelt (per Regressionsanalyse).

$$BLQ = \left(\frac{e^r}{e^n}\right)^{0,2246} \cdot CILQ$$

mit e ... Beschäftigung, r ... regional, n ... national

Die Mehrundeneffekte können nun wie folgt berechnet werden: Die Inputkoeffizientenmatrizen A^r und A^n werden in die Leontieff-Inversen $(I - A^r)^{-1}$ und $(I - A^n)^{-1}$ transformiert.

Die regionale Zuordnung der Konsumausgaben erfordert eigene Modelle. Für jede Position der Haushaltsausgaben wurde bestimmt, in welchem Verhältnis diese in der eigenen Region oder außerhalb von dieser zugekauft wird („regionale Inzidenz“). Die regionale Inzidenz ist abhängig von der Größe und sektoralen Struktur der Region. Generell eignen sich hierfür LQs wie oben beschrieben. Für Handelsspannen, Tourismus- und Wohnausgaben wurden eigene Modelle geschaffen. Für kurz-, mittel- und langfristige Konsumgüterausgaben liegen regionale Inzidenzen vor (CIMA 2014). Diese wurden verwendet, um Handelsspannen nach Region zu schätzen. Konsumgüter (wie etwa Nahrungsmittel), die österreichweit verteilt werden, erhielten dagegen ein Gewicht entsprechend des regionalen Anteils an der österreichischen Produktion.

Der Non-Survey-Ansatz hat den Vorteil, dass er auf andere Regionen übertragen werden kann, ohne dort aufwändige Primärerhebungen tätigen zu müssen. Solche Übertragungen wurden etwa für die deutsche Ostseeküste unternommen (Schröder und Zimmermann 2014).

Survey Ansatz. Ergänzend dazu wurde ein Survey-Ansatz eingesetzt, der auf der Befragung von 40 Unternehmen in der Region beruht. In Kooperation mit der EAO und dem ROW wurde im Frühjahr 2021 eine Befragung unter Unternehmen der KEM Murtal durchgeführt. Ziel war es, quantitative Daten zu den regionalen Wirtschaftsverflechtungen in der Region zu ermitteln. Die folgende Tabelle 28, gibt das Design der Erhebung wieder.

Tabelle 28: Design des Survey Ansatzes

Grundgesamtheit	Unternehmen und Rechtsträger aller Sektoren mit Arbeitsstätten in der KEM Region Murtal
Zielgruppe	Personen, in deren Eigentum oder unter deren Kontrolle ein Rechtsträger steht, Verantwortliche der Geschäftsführung
Erhebungszeitraum	März – April 2021
Repräsentativität	Vorgabe einer Schichtung nach Sektoren
Verteilung	Netzwerke der EAO, ROW und anderer lokaler wirtschaftsnaher Einrichtungen, persönliche Kontakte
Rücklauf	Postalisch über QR-code/online-Tool
Erzielte, auswertbare Fragebögen.	42
Fragestellungen	Quantitativ

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.4 Berechnung der regionalen Gesamteffekte

Aufbauend auf der Branchen-Regio-Matrix der Nachfrage und den regionalen Leontieff-Matrizen können nun mit Hilfe der Input-Output-Analyse die regionalwirtschaftlichen Gesamteffekte berechnet werden. Diese setzen sich einerseits aus den direkten Effekten und den Mehrrundeneffekten zusammen.

Die Mehrrundeneffekte der branchenweise erzielten Bruttoumsätze errechnen sich, indem die Leontieff-Inversen mit den Ausgabenvektoren der direkten Effekte multipliziert werden. Über nationale Multiplikatoren und Transformatoren werden die Mehrunden-Bruttoumsätze in Wertschöpfung und Beschäftigung umgerechnet.

Die erzielte regionale und nationale Beschäftigung stößt den Haushaltskreislauf an. Aus den sektoralen Arbeitnehmerentgelten werden kaufkraftwirksame Einkommen errechnet und hiervon der Importanteil abgezogen. In Österreich oder in der Region wirksame Kaufkraft setzt hier weitere Mehrrundeneffekte (die induzierten Effekte des Haushaltskreislaufs) in Gang. Die Person, die die Anlage betreibt und wartet, wohnt jedoch wahrscheinlich in der Region und versorgt sich zu einem Gutteil regional, indem sie ihr Einkommen hier umsetzt.

3.2 Datengrundlage

In diesem Kapitel werden die Datengrundlagen für die oben beschriebenen Verarbeitungsschritte vorgestellt. Neben der Anzahl der Einheiten pro Technologie, sind das die Kosten je Technologie, die nationalen input-output Tabellen und Informationen zum regionalen Wirtschaftsraum.

Anzahl und Größe der Technologien

Die Anzahl und Größe der Technologien basiert auf den Szenarioanalysen aus Kapitel 2, wobei die dort erarbeiteten Technologien in knapp 30 Technologieelementen der Wärme- und Stromproduktion, der Wärmedämmung und der Mobilität, unterschieden werden. Deren Anzahl unterscheidet sich in den Szenarien, siehe Tabelle 29 bis 31.

Tabelle 29: Größe und Anzahl der Anlagen für Strom in der IST-Situation, Szenario 1 und Szenario 2

Technologie	Technologieelement	Größe	Anzahl (technisch)		
			kW-el	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1
Wasserkraft	Kleinwasserkraft mittel	556	126,2	149,9	149,9
Windkraft	Windkraft klein	3.500	13,7	28,6	39,0
Photovoltaik	PV Flachdach groß	36	615,5	2.915,6	2.915,6
Photovoltaik	PV Freifläche mittel	2.000	3,0	34,6	34,6
Photovoltaik	PV Parkplatz mittel	144	0,0	247,8	247,8
Biomasse	Biomasse KWK mittel	4.474	4,2	14,6	7,2
Biogas, Klärgas	Biogas klein	500	0,9	0,2	0,2

Anzahl (technisch): Die Zahlen sind kalkulatorische zu sehen. Variationen in der Anlagengröße ermöglichen eine Vermeidung der Kommazahlen.

Quelle: Eigene Darstellung

Für die regionalwirtschaftliche Bewertung der Stromerzeugung wird zusätzlich der Ausbau des regionalen Stromnetzes als Folge der Entwicklungen von Elektromobilität und Photovoltaik in Ansatz gebracht (Österreichs Energie 2020).

Tabelle 30: Größe und Anzahl der Anlagen für Wärme in der IST-Situation, Szenario 1 und Szenario 2

Technologie	Technologie- element	Größe	Anzahl (technisch)		
			MT_B.A.U.	MT2040_Sz1	MT2040_Sz2
		kW-el			
Heizöl	Ölbrenner einzel mittel	20 kW-th	3.336,1	0,0	0,0
	Ölbrenner Industrie groß	587 kW	50,3	0,0	0,0
Erdgas	Gasbrenner einzel mittel	20 kW-th	8.003,8	116,8	121,0
	Gasbrenner Industrie groß	587 kW	120,6	12,5	12,5
Wärme- pumpen, Solar	Wärmepumpe Luft groß	57 kW-th	2.737,8	7.866,4	8.162,0
	Wärmepumpe Erreich klein	4 kW-th	4.334,8	9.341,4	9.692,0
	Solarthermie groß	6 m ² _Koll	421,0	365,4	365,4
Elektro heizung	Elektro Einzel- heizung klein	15 kW	3.088,7	204,3	212,0
	Elektro Einzel- heizung mittel	70 kW	356,4	0,0	0,0
	Elektro Industrie groß	300 kW	96,2	188,8	196,0
Biomasse Kessel	Scheitholz einzel klein	20 kW-th	1.170,8	343,3	356,0
	Scheitholz einzel mittel	40 kW-th	1.756,2	171,6	178,0
Biomasse Kessel	Pellets einzel klein	8 kW-th	1.124,0	1.543,2	1.601,0
	... mittel	20 kW-th	1.124,0	964,5	1.001,0
	... groß	40 kW-th	1.461,2	1.138,1	1.181,0
Biomasse Kessel	Biomasse- Heizwerk klein	300 kW-th	185,8	79,8	83,0
	... mittel	1 MW-th	18,6	15,3	16,0
Wärme- effizienz	Dämmung EFH klein	1 MWh eingespart	0,0	131.165	131.165
	Dämmung MFH klein	1 MWh- eingespart	0,0	173.870	173.870

EFH= Einfamilienhaus; MFH=Mehrfamilienhaus; Quelle: Eigene Darstellung

Für die regionalwirtschaftliche Bewertung der Wärme wird zusätzlich der Ausbau des regionalen Fernwärmeleitungsnetzes in Ansatz gebracht. So erhöht sich die dünne Variante (25 mm \varnothing) von 28 km, die mittlere Variante (63 mm \varnothing) um 35 km und die dicke Variante (300 mm \varnothing) um 7 km vom IST Szenario zu den Energiewendeszenarien.

Tabelle 31: Treibstoffe IST-Situation, Szenario 1, Szenario 2, nach Anzahl und Gigawattstunden pro Jahr

Technologie	Technologie-Element	Größe	Anzahl (technisch)		
			kW-el	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1
Benzin	PKW Benzin klein	81 kW	17.544	3.500	3.500
Diesel	PKW Diesel klein	85 kW	22.019	4.000	4.000
E-Autos	PKW Elektro klein	109 kW	8,0	30.098	30.098
Biogas, Klärgas	Biogas Einspeisung mittel	250 Nm ³	0,0	1,0	1,0
Biotreibstoffe	BTL mittel	0	0,0	0,0	1,0
Biotreibstoffe	PTF klein	300 kW_fuel	0,0	0,0	16,8

Quelle: Eigene Darstellung

Kosten je Technologie

Die Kosten je Technologie werden durch Literaturrecherche für jedes konkrete Vorhaben bestimmt¹. Die Kosten umfassen:

- die Investitionen und Ersatzinvestitionen, die nach Nutzungsdauer abgeschrieben einem jeweiligen Betriebsjahr zugerechnet werden können
- die Sachkosten der laufenden Betriebsausgaben, produktionsunabhängig (z.B. Versicherungen) wie produktionsabhängig (z.B. Rohstoffeinsatz)
- die Personalkosten der direkt am Vorhaben Beschäftigten (z.B. Personal für Betrieb neu errichteter Anlagen) in Vollzeitäquivalent (VZÄ).

Nationale I/O-Tabellen

Zur Bestimmung der Effekte auf Ebene der Volkswirtschaft werden die jährlich von Statistik Austria aktualisierten Input-Output- (I/O-) Tabellen herangezogen. Sie basieren auf den Angaben österreichischer Unternehmen zum Aufkommen ihrer Güter und Dienstleistungen und zu ihrer Verwendung, aufgegliedert nach 74 Branchen.

Für die vorliegende Studie wurde die aktuelle I/O-Tabelle 2017 der Statistik Austria verwertet. Zur Anpassung der Beschäftigungstransformatoren wurden aktuelle Prognosen der Produktivitätsentwicklung verwendet.

Regionale Wirtschaftsdaten

In die Generierung der regionalen I/O-Matrix für den Bezirk Murtal fließen – wie oben beschrieben – Location Quotients CILQ ein, die auf den relativen Ausprägungen der Wirtschaftssektoren beruhen. Die Quelle für die regionalen und nationalen Beschäftigungskennzahlen e^r resp. e^n für den Bezirk Murtal und Österreich ist ebenfalls Statistik Austria, und zwar wurde die Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort 2018 nach der Abgestimmten Erwerbsstatistik verwendet, differenziert nach den genannten 12 Branchen.

¹ Eine Auflistung der jeweiligen Kosten und deren Quellen können bei Bedarf bei den Autoren angefordert werden.

3.3 Ergebnisse der ersten Verarbeitungsstufe

3.3.1 Investitionen und regionale Nachfrage

Mehrinvestitionen und Minderinvesti- tionen

Die Ergebnisse der Berechnungen zu den Investitionen wird in die Bereiche Gesamt Strom, Wärme und Mobilität unterteilt und für die in Kapitel 2 gezeigten Technologieformen aggregiert dargestellt (siehe Tabellen 32 bis 35). Die Investitionen beinhalten neben den Kosten für die Neuinvestitionen auch jene der Ersatzinvestitionen. Erhöhen sich die Investitionen in den Zukunftsszenarien gegenüber dem IST-Szenario, so werden diese in weiter Folge Mehrinvestitionen genannt. Reduzieren sich jedoch die notwendigen Investitionen so wird der Begriff Minderinvestitionen verwendet.

Die Gesamtergebnisse zu den Investitionen zeigen, dass im Szenario IST-Szenario (MT_B.A.U.) insgesamt ca. 1.755 Mio. als Ersatzinvestitionen fällig sind. Davon fallen in etwa 410 Mio. Euro auf die Stromproduktion, 510 Mio. Euro auf die Wärmeproduktion und 835 Mio. Euro auf die Mobilität. Diese erhöhen sich durch Neuinvestitionen in Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) auf 2.641 und 2.500 Mio. Euro gesamt, bzw. 929 und 834 Mio. Euro für Strom, 617 und 599 Mio. Euro für Wärme und 1,096 und 1,317 Mo. Euro für die Mobilität (siehe Tabelle 32). Die Tabellen 33 bis 35 zeigen die Detailergebnisse für die Technologiebereiche Strom, Wärme und Mobilität unterteilt nach Technologie.

Tabelle 32: Investitionen für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologiebereich.

Technologiebereich	MT_B.A.U.	MT2040 - Sz1	MT2040 – Sz2
Strom	409,26	928,67	833,66
Wärme	509,53	616,70	598,55
Mobilität	835,79	1.096,06	1.317,68
Gesamt	1.754,59	2.641,43	2.749,89

Angaben in Mio. €; Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 33: Investitionen in den Strom für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie

Technologie	MT_B.A.U.	MT2040 - Sz1	MT2040 – Sz2
Wasserkraft	245,61	291,67	291,67
Windkraft	56,33	117,35	160,17
Photovoltaik	26,38	246,31	246,31
Biomasse	78,42	272,94	135,11
Biogas, Klärgas	2,53	0,40	0,40
PV Leitung	245,61	291,67	291,67
Strom gesamt	409,26	928,67	833,66

Angaben in Mio. €; Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 34: Investitionen in die Wärme für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie

Technologie	MT_B.A.U.	MT2040 - Sz1	MT2040 – Sz2
Heizöl	55,25	0,00	0,00
Erdgas	92,32	2,64	2,68
Wärmepumpen, Solar	174,07	447,83	464,58
Elektroheizung	43,79	29,17	30,29
Biomasse Kessel	122,13	78,56	81,55
Biomasse KWK*	0,00	0,00	0,00
Leitung	21,97	39,06	0,00
Wärmeeffizienz	0,00	19,44	19,44
Wärme gesamt	509,53	616,70	598,55

Angaben in Mio. €; *) Die Investitionen für Biomasse KWK werden im Bereich Strom dargestellt; Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 35: Investitionen in die Mobilität für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie

Technologie	MT_B.A.U.	MT2040 - Sz1	MT2040 – Sz2
Benzin	344,15	68,66	68,66
Diesel	491,39	89,27	89,27
Biotreibstoffe	0,00	0,00	221,63
Biogas, Klärgas	0,00	0,33	0,33
E-Autos	0,25	937,80	937,80
Mobilität gesamt	835,79	1.096,06	1.317,68

Angaben in Mio. €; Quelle: Eigene Darstellung

Die jährliche Nachfrage, bestehend aus kapitalisierten Investitionskosten und Betriebskosten, wurden regional und sektoral zugeordnet. In Tabellen 36 und 37 wurde beispielhaft die Nachfrage in der Region für Strom, Wasser, Mobilität und Gesamt im IST-Szenario und Szenario 1 dargestellt. Durch die Zuordnung ergibt sich für das IST-Szenario und das Szenario 1 eine Gesamtnachfrage pro Jahr von 7,45 bzw. 11,85 Mio. Euro in der Landwirtschaft, 8 bzw. 11,07 Mio. Euro in der Forstwirtschaft, 5,03 bzw. 8,26 Mio. Euro in der Herstellung von Waren, 6,53 bzw. 4,75 in der Energieversorgung, 0,2 und 0,68 Mio. Euro in der Wasser- und Abfallentsorgung, 3,44 bzw. 7,77 Mio. Euro im Bau und 14,48 bzw. 22,42 Mio. Euro bei Wirtschaftsnähe und technische Dienstleistungen. Die Nachfrage in den Sektoren Handel und Verkehr wurde über eigene handels- und Verkehrsräumen in das Modell aufgenommen.

Tabelle 36: Zuordnung der regionalen Nachfrage für Strom, Wasser, Mobilität und Gesamt nach Sektoren – IST-Szenario

Branche	Strom	Wärme	Mobilität	Gesamt
<A_1>	5,32	2,00	0,00	7,45
<A_2>	4,59	3,39	0,00	8,00
<C>	0,93	1,76	2,32	5,03
<D>	0,10	6,42	0,00	6,53
<E>	0,20	0,00	0,00	0,20
<F>	2,61	0,78	0,00	3,44
<J-N>	2,43	3,71	8,32	14,48

Angaben in Mio. €; Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 37: Zuordnung der regionalen Nachfrage für Strom, Wasser, Mobilität und Gesamt nach Sektoren – Szenario Sz1

Branche	Strom	Wärme	Mobilität	Gesamt
<A_1>	11,51	0,21	0,00	11,85
<A_2>	9,82	1,23	0,00	11,07
<C>	3,64	1,55	3,04	8,26
<D>	0,34	4,40	0,00	4,75
<E>	0,68	0,00	0,00	0,68
<F>	6,89	0,82	0,00	7,77
<J-N>	5,23	2,38	14,79	22,42

Angaben in Mio. €; Quelle: Eigene Darstellung

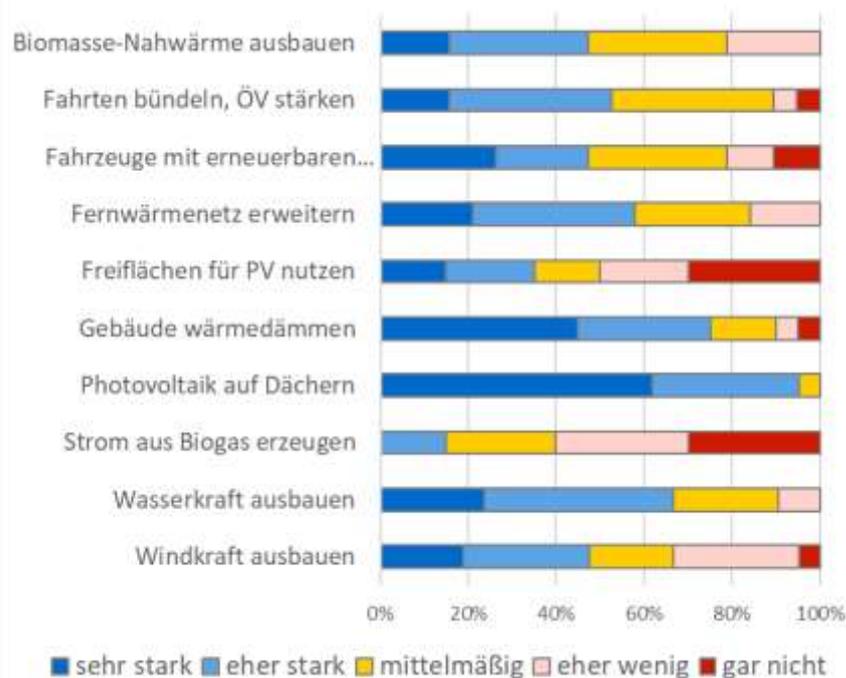
3.3.2 Akzeptanz von Maßnahmen der Energiewende im Bezirk

In der Befragung wurde die Akzeptanz von Maßnahmen der Klimawende im Bezirk Murtal überprüft, und zwar mit der folgenden Fragestellung:

Klimaänderungen bergen Risiken. Um diese zu verringern, verpflichtete sich Österreich in Paris, dazu beizutragen die Erderwärmung auf unter 2 Grad Celsius zu beschränken. Wie stark soll der Bezirk Murtal folgende Ressourcen Ihrer Meinung nach nutzen, um die Klimaziele zu erreichen?

Als Antwortmöglichkeiten wurden auf einer fünfteiligen Likert-Skala die Kategorien sehr stark, eher stark, mittelmäßig, eher wenig und gar nicht vorgesehen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 16 dargestellt.

Abbildung 16: Akzeptanz verschiedener Maßnahmen der Energiewende im Bezirk Murtal – Befragungsergebnis



n=21 antwortende Unternehmen aus dem Bezirk Murtal

Quelle: Eigene Darstellung

Die Analyse zeigt, dass die **höchste Akzeptanz** von erneuerbaren Energieerzeugungstechnologien, beziehungsweise Maßnahmen der Energieeffizienz bei den folgenden liegt:

- „Photovoltaik auf Dächern“ (95 %)
- „Gebäude wärmedämmen“ (71 %)
- „Wasserkraft ausbauen“ (67 %)

Über zwei Drittel der Befragten zeigen eher starke bis sehr starke Akzeptanz für diese Maßnahmen.

Tatsächlich ist auch in den beiden Szenarien im Bereich der Stromerzeugung der deutlichste Ausbau mit der Technologie der **Photovoltaik** (auf Dächern, Freiflächen und Parkplätzen) vorgesehen. Diese technisch empfohlene Maßnahme stößt – im speziellen für PV auf Dächern – in der Region auf breiteste Akzeptanz.

Der **Ausbau der Wasserkraft** hat zwar eine hohe Akzeptanz, aber in den beiden Szenarien ist dieser nur in geringem Umfang vorgesehen, bedingt durch die regionalen, geringfügigen Ausbaupotenziale. Dieser Umstand sollte der Bevölkerung klargemacht werden.

Die **Wärmedämmung** (305 GWh) genießt eine hohe Akzeptanz in der Region und ist auch in den beiden Szenarien eine der drei wichtigsten Technologien (nach Kilowattstunden bewertet) neben der Erdwärme (420 GWh) und Biomassenutzung zur Wärmeerzeugung (313 GWh).

Die **mittelmäßig akzeptierten Maßnahmen** sind das Bündeln von Fahrten und die Stärkung des ÖV, Fahrzeuge mit erneuerbaren Treibstoffen zu fahren, das Fernwärmenetz zu erweitern, der Ausbau von Nahwärme aus Biomasse und der Ausbau der Windkraft.

Die **geringste Akzeptanz** findet sich für die Stromerzeugung aus Biogas und die Freiflächennutzung für Photovoltaik. Letztere ist in den Szenarien in einem mittleren Ausmaß vorgesehen. Wenn die Akzeptanz erhöht werden soll, müssten die Standorte, beziehungsweise die Gestaltung gemeinsam erarbeitet werden.

3.3.3 Regionale Leontieff-Matrix für den Bezirk Murtal

Mit den beiden Ansätzen (Non-Survey- und Survey) wurde eine regionale Inputkoeffizientenmatrix errechnet und aus dieser dann die Leontieff-Matrix.

Non-Survey-Ansatz

Eine regionale Inputkoeffizientenmatrix wurde aus den nationalen IO-Tabellen mit den obengenannten Non-Survey- Verfahren unter Anwendung des BLQ Location Quotienten errechnet.

Survey Ansatz

Eine weitere regionale Inputkoeffizientenmatrix wurde aus den nationalen IO-Tabellen mit Ergebnissen aus dem Survey unter Unternehmen im Bezirk Murtal bestimmt. Dazu wurde die relative Vorleistungsstruktur im Bezirk ident mit Österreich angenommen; nur der Importkoeffizient wurde um „Importe“ aus Rest-Österreich erhöht. Die innerösterreichischen Zuflüsse von Vorleistungen ergaben sich aus der Befragung.

Zur Befragung

Die Erhebung wurde medial beworben und richtete sich – potenziell – an alle Betriebe des Bezirks Murtal. Darüber hinaus wurden Unternehmen der regionalen Wirtschaft gezielt angeschrieben; vor allem auch, um die gewünschte Schichtung des Rücklaufs nach Branchen zu erzielen. Auf die Erhebung antworteten 42 Personen, 28 als Eigentümer und Eigentümerinnen, 16 als Geschäftsführende (Mehrfachnennungen waren möglich). Darüber hinaus antworteten noch die Bezirksbäuerin, Vorstandsvorsitzende, Fachpersonal, Prokuristen, Personen aus der Büroleitung und Schulleiter.

Wie in Tabelle 38 ersichtlich, lag der Schwerpunkt der antwortenden Unternehmen mit knapp der Hälfte in der Größenklasse „Umsatzerlöse unter 200.000 Euro p.a.“. Es antworteten Unternehmen aus verschiedenen Größenklassen; vier darunter sogar mit Umsatzerlösen über 20 Mio. Euro.

Die Unternehmen repräsentieren eine Vielzahl von Branchen, mit dem Schwerpunkt „Sachgüterproduktion“ und „Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen“.

Tabelle 38: Struktur des Befragungsrücklaufs nach Branchen (Abschnitten der ÖNACE 2008) und Unternehmensgröße

Branchenzugehörigkeit (ÖNACE)	
<A> Land- und Forstwirtschaft	3
 Bergbau	0
<C> Herstellung von Waren	11
<D> Energieversorgung	3
<E> Wasservers.u. Abfallentsorgung	1
<F> Bau	2
<G> Handel	3
<H> Verkehr	1
<I> Gastronomie	3
<J-N> Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen	10
<O-U> Staatliche u. sonstige Dienstl.	5
SUMME	42
Unternehmensgröße (Netto-Umsatzerlöse in Euro)	
unter 200.000	18
200.000 bis 1 Mio.	9
1 bis unter 5 Mio.	5
5 bis unter 20 Mio.	2
20 bis unter 100 Mio.	4
Keine Angabe	4
SUMME	42

Stichprobengröße n=42

Quelle: Eigene Darstellung

Die Unternehmen repräsentieren relativ ausgewogen auch verschiedene Beschäftigtengrößenklassen, siehe Abbildung 17.

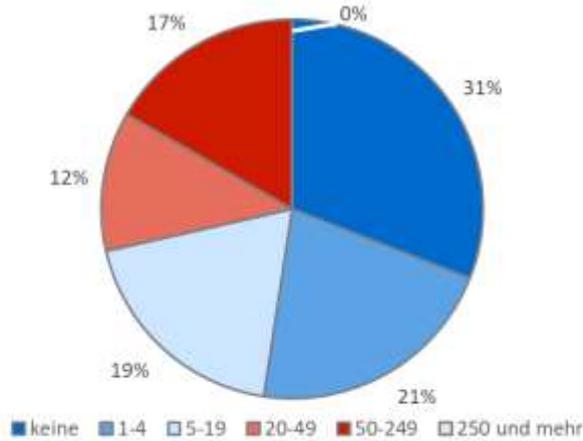
In über einem Drittel der Unternehmen sind alle Beschäftigten in der Region (Bezirk Murtal) wohnhaft, in einem weiteren Fünftel wohnen vier von fünf Beschäftigten in der Region, siehe Abbildung 18.

Ähnlich hoch ist die Regionalität bei den Personen, in deren Eigentum oder unter deren Kontrolle ein Rechtsträger steht. In mehr als drei Viertel der befragten Unternehmen haben diese Personen ihren Wohnsitz im Bezirk Murtal.

**Ausgewogene
Größenstruktur**

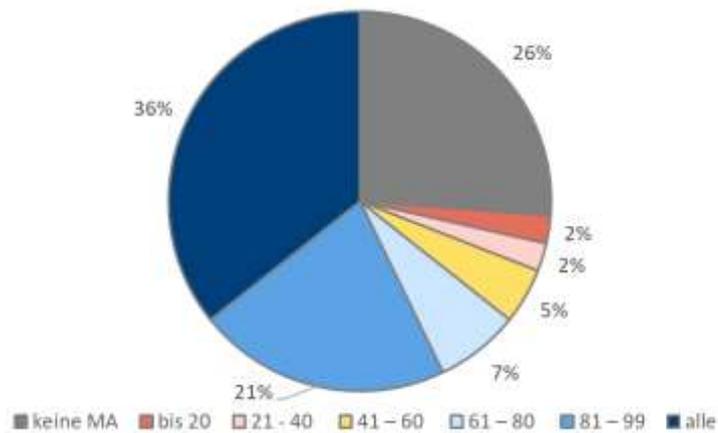
**Hohe Regionalität
der Beschäftigung**

Abbildung 17: Unternehmensstruktur in der Stichprobe nach Beschäftigtenzahl



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 18: Anteil der MA die im Bezirk Murtal wohnhaft sind – Unternehmensbefragung



Quelle: Eigene Darstellung

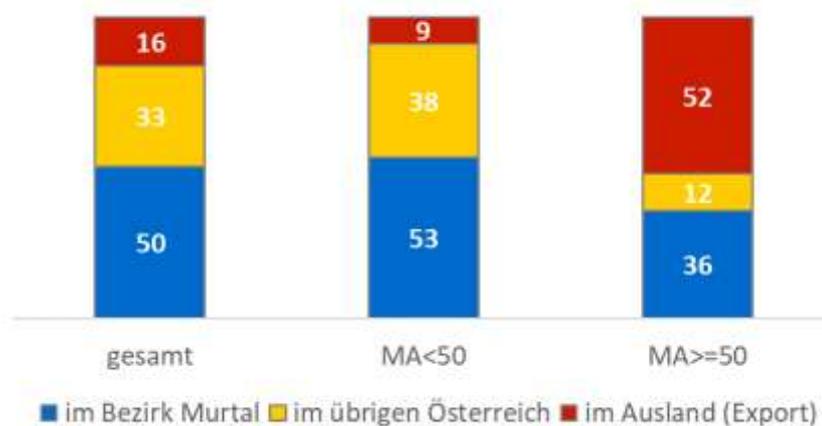
Teilweise hohe Regionalität der Produktion

Rund 38 Prozent der insgesamt produzierten Güter und Leistungen gehen an Unternehmen als Verbrauchsgut oder zur Weiterverarbeitung, 30 Prozent an private Haushalte, 14 Prozent an Unternehmen als Investitionsgut, 10 Prozent an öffentliche und andere Einrichtungen wie beispielsweise Vereine, die verbleibenden 8 Prozent wollten diese Frage nicht beantworten.

Die Produkte und Dienstleistungen der Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten verbleiben zur Hälfte im Bezirk Murtal und zu weiteren

38 Prozent in Österreich. Bei Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten verbleibt nur rund ein Drittel der Güter und Dienstleistungen im Bezirk. 12 Prozent verbleiben im übrigen Österreich und rund die Hälfte wird ins Ausland exportiert. Dies zeigt den höheren Exportfokus der größeren Unternehmen im Vergleich zu den kleineren Unternehmen.

Abbildung 19: Verbleib der Güter und Dienstleistungen (im Bezirk Murtal, im übrigen Österreich, im Ausland) nach Mitarbeiterzahl der befragten Unternehmen



Angaben in Prozent
n=42
Quelle: Eigene Darstellung

Die regionale Herkunft der Vorleistungen schwankt erheblich je nach Branche, aus der diese Vorleistungen bezogen werden. Land- und forstwirtschaftliche Güter werden häufig aus der Region Murtal bezogen (bei den befragten Unternehmen waren das jeweils rund 77 Prozent. Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen wurden dagegen nur zu 39 Prozent aus dem Murtal bezogen, siehe Tabelle 39.

Für einzelne Empfänger-Branchen konnte diese Aussage weiter differenziert werden, insbesondere für die Branchen „Herstellung von Waren“ und „Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen“.

Die Zahlen werden aufgrund der geringen Stichprobengröße nur in weiterverarbeiteter Form verwendet, um die regionalen Inputkoeffizienten zu bestimmen. So werden die regionalen Inzidenzen der befragten Unternehmen (gesamt) auf alle Input-leistenden Sektoren angewandt.

**Teilweise hohe
Regionalität der
Vorleistungen**

Bei der Herstellung von Waren <C> und bei wirtschaftsnahen und technischen Dienstleistungen <J-N> werden die branchentypischen regionalen Inzidenzen zu 50% in Ansatz gebracht.

Tabelle 39: Regionale Inzidenz der Vorleistungen – Angaben aus der Unternehmensbefragung im Murtal

Die befragten Unternehmen (gesamt) bezogen Vorleistungen der Branche ...										
Branche	<A>		<C>	<D>	<E>	<F>	<H>	<I>	<J-N>	<O-U>
... aus der Region	77 %	77 %	74 %	48 %	48 %	88 %	91 %	60 %	39 %	43 %
... nicht aus der Region	23 %	23 %	26 %	52 %	52 %	12 %	9 %	40 %	61 %	57 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Befragte Unternehmen (Herstellung von Waren <C>) bezogen Vorleistungen der Branche ...										
Branche	<A>		<C>	<D>	<E>	<F>	<H>	<I>	<J-N>	<O-U>
... aus der Region	70 %	0 %	71 %	39 %	88 %	0 %	54 %	20 %	59 %	50 %
... nicht aus der Region	30 %	100 %	29 %	61 %	12 %	100 %	46 %	80 %	41 %	50 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Befragte Unternehmen (wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen <J-N>) bezogen Vorleistungen der Branche ...										
Branche	<A>		<C>	<D>	<E>	<F>	<H>	<I>	<J-N>	<O-U>
... aus der Region	100 %	0 %	43 %	93 %	100 %	100 %	20 %	3 %	32 %	8 %
... nicht aus der Region	0 %	100 %	57 %	7 %	0 %	0 %	80 %	97 %	68 %	92 %
Summe	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Branchen:

<A> Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, <C> Herstellung von Waren, <D> Energieversorgung, <E> Wasserversorgung und Abfallentsorgung, <F> Bau, <G> Handel, <H> Verkehr, <I> Gastronomie, <J-N> Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen, <O-U> Staatliche und sonstige Dienstleistungen
Vorleistungen des Handels wurden über Handelsspannen ermittelt

n=42

Quelle: Eigene Darstellung

Kombination der beiden Ansätze

Die Ergebnisse des Survey und des Non-Survey-Ansatzes werden gemittelt (Kombiniertes Modell) und ergeben die in Tabelle 40 dargestellte Leontieff-Inverse. Diese Matrix wird für die Analysen verwendet:

Tabelle 40: Leontieff-Inverse nach dem kombinierten Modell

Murtal <620>	<A_1>	<A_2>		<C>	<D>	<E>
<A_1>	1.121	0	0	0.016	0.001	0
<A_2>	0.001	1.565	0	0.006	0.002	0
	0.001	0	1.224	0.002	0.005	0.001
<C>	0.071	0.019	0.031	1.094	0.016	0.013
<D>	0.012	0.001	0.047	0.011	1.482	0.015
<E>	0.003	0.001	0.003	0.004	0.012	1.249
<F>	0.008	0.012	0.016	0.007	0.004	0.034
<G>	0.007	0.001	0.004	0.01	0.001	0.006
<H>	0.003	0.001	0.028	0.013	0.014	0.016
<I>	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001
<J-N>	0.026	0.01	0.044	0.025	0.018	0.032
<O-U>	0.001	0	0.001	0.001	0	0.001
Murtal <620>	<F>	<G>	<H>	<I>	<J-N>	<O-U>
<A_1>	0.001	0	0	0.005	0	0
<A_2>	0.001	0	0	0	0	0
	0.005	0	0	0	0	0
<C>	0.082	0.013	0.023	0.067	0.009	0.009
<D>	0.003	0.005	0.012	0.009	0.006	0.01
<E>	0.002	0.004	0.003	0.005	0.018	0.004
<F>	1.177	0.012	0.016	0.019	0.026	0.013
<G>	0.012	1.013	0.008	0.018	0.006	0.006
<H>	0.007	0.026	1.095	0.007	0.003	0.003
<I>	0.001	0.003	0.003	1.003	0.003	0.001
<J-N>	0.044	0.061	0.041	0.049	1.087	0.029
<O-U>	0.001	0.003	0.001	0.004	0.002	1.006

<A> Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, <C> Herstellung von Waren, <D> Energieversorgung, <E> Wasserversorgung und Abfallentsorgung, <F> Bau, <G> Handel, <H> Verkehr, <I> Gastronomie, <J-N> Wirtschaftsnahe und technische Dienstleistungen, <O-U> Staatliche und sonstige Dienstleistungen

Quelle: Eigene Darstellung

3.4 Regionalwirtschaftliche Effekte

Die folgenden Tabellen fassen die regionalwirtschaftlichen Effekte der Umsetzung der Klimastrategie im Bezirk Murtal zusammen. Dargestellt sind jeweils die Bruttonerzeugungs- und Wertschöpfungseffekte in Mio. Euro sowie die Beschäftigungseffekte in Vollzeitäquivalenten (VZÄ). Diese Effekte werden für jedes Szenario einerseits für Österreich gesamt und andererseits für den Bezirk Murtal ausgewiesen. Die Differenz der Effekte der Szenarien ergibt den Netto-Effekt des Übergangs von einer fossil-basierten Energieversorgung im Bezirk Murtal hin zu einer CO₂-neutralen Energieversorgung und verbesserten Energieeffizienz.

In der Folge werden zudem die Effekte nach den einzelnen Funktionsgruppen Mobilität, Strom und Wärme wiedergegeben. Diese Funktionsgruppen setzen sich aus den entsprechenden Teilen der Technologie-Körbe der Szenarien zusammen. Die Funktionsgruppen spiegeln wichtige Aspekte des Energiesystems wider, sind aber nur bedingt summierbar. Insbesondere stellt die Analyse der Mobilität ein Satellitenkonto der regionalwirtschaftlichen Effekte dar, da diese Funktionsgruppe auch nachgelagerte Investitionen (z.B. in E-Autos) umfasst und zudem den Strom, der bereits in einer eigenen Funktionsgruppe kontiert wurde, als Input benötigt.

Unterschieden werden ferner Mehrinvestitionen und Minderinvestitionen. Mehrinvestition bedeutet eine Ausweitung der Zahl der Anlagen für eine CO₂-neutrale Energieversorgung und verbesserte Energieeffizienz in der Region. Minderinvestitionen stellen dar, dass die Zahl der Anlagen einer fossil-basierten Energieversorgung in der Region reduziert wird, dass Effizienzmaßnahmen andere Versorgungsleistungen ersetzen und dass Zukäufe von Energieträgern außerhalb der Region rückläufig sind. Gerade letzterer Effekt überschreitet die Grenzen der regionalwirtschaftlichen Analyse; er darf in einer ganzheitlichen Betrachtung jedoch nicht ausgespart werden, auch wenn er nicht in der Bearbeitungstiefe einer regionalwirtschaftlichen Analyse wiedergegeben wird.

3.4.1 Stromerzeugung

Zu den Technologien der regionalen Stromerzeugung zählen im Bezirk Murtal die Kleinwasserkraft, die Windkraft, die Photovoltaik (Flachdach, Freifläche und Parkplatz), Biomasse- und Biogas-Kraftwärmekopplung. In

allen diesen Technologiebereichen nimmt das Szenario #1 Mehrinvestitionen an, allein die Biogasverstromung wird durch Biogaseinspeisung ersetzt und fällt damit im Szenario #1 in die Funktionsgruppe Treibstoff. Die Biomasseverwertungen wurden der Funktionsgruppe Stromerzeugung zugerechnet, obwohl sie auch einen Anteil in der Wärmegenerierung haben. Die Biomasse-KWK wird im Szenario #1 bei geringeren Volllaststunden wärmegeführt, da dies Wärmeemissionen vermeidet.

Die für die Stromerzeugung getätigten **Mehrinvestitionen** des Bezirks Murtal lösen im Bezirk Bruttoproduktionseffekte von 32,9 Mio. Euro p.a. aus, Wertschöpfungseffekte von 15,2 Mio. Euro p.a. und eine Beschäftigung von 292 VZÄ, siehe Tabelle 41.

Da viele Leistungen – gemäß den regionalwirtschaftlichen Annahmen – im Rest Österreichs zugekauft werden, sind die Beiträge zu den gesamtösterreichischen Effekten höher und liegen bei einer Bruttoproduktion von 126,9 Mio. Euro p.a., Wertschöpfung von 58,9 Mio. Euro p.a. und einer Beschäftigung von 767 VZÄ.

Tabelle 41: Regionalwirtschaftliche Effekte der Mehrinvestitionen des Bezirks Murtal: Stromerzeugung

	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1	Differenz
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	87,2	214,1	126,9
Wertschöpfung (in Mio. €)	42,0	100,9	58,9
Beschäftigte (in VZÄ)	567	1.334	767
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	24,2	57,1	32,9
Wertschöpfung (in Mio. €)	11,4	26,6	15,2
Beschäftigte (in VZÄ)	232	524	292

Quelle: Eigene Darstellung

Die Biogas-KWK gilt im Szenario #1 als **Minderinvestition** und ist in der obigen Tabelle nicht enthalten. Ein Großteil der Investitionen und laufenden Kosten der Biogas-KWK ist im Szenario #1 der Treibstoffproduktion als Mehrinvestition zuzurechnen. Die Biogas-KWK beeinflusst die Szenariendifferenz der Gesamtheit von Strom-, Wärme- und Treibstoffherzeugung kaum.

Als Minderinvestitionen in der Funktionsgruppe Strom sind weiters die verminderten Zukäufe der Region aus Rest-Österreich zu bewerten.

Im Szenario #1 importiert der Bezirk Murtal um 415,2 GWh weniger Strom aus Rest-Österreich. Unter der Annahme von 7 Eurocent/kWh Stromgestehungskosten mindert dies die Primärumsätze in Rest-Österreich um 29,6 Mio. Euro p.a. Dies bewirkt (in Österreich) eine verminderte indirekte Bruttoproduktion von –68,7 Mio. Euro p.a., Wertschöpfung von –26,2 Mio. Euro p.a. und Beschäftigung von –242 VZÄ. Für die Region Murtal entstehen aus den verminderten Primärumsätzen keine direkten Negativeffekte (unter der Annahme, dass Netz- und Vertriebsleistungen erhalten bleiben und nur die Stromherkunft verändert wird).

3.4.2 Wärmeerzeugung

Zu den Technologien der regionalen Wärmeerzeugung zählen im Bezirk Murtal die Solarthermie, Scheitholz- und Pellets-Einzelheizungen, Biomasseheizwerke, Elektroeinzelheizungen (insb. Elektro-Nachtspeicherheizungen), industrielle Induktionsöfen, Elektro-Luftwärmepumpen, Wärmepumpen mit Erdkollektor bzw. -sonde, Öl- und Gas-Einzelheizungen, Öl- und Gas-Brennwertkessel, dazu Fernwärmeleitungen. In dieser Funktionsgruppe ebenfalls berücksichtigt sind Dämmmaßnahmen für Einzel- und Mehrfamilienhäuser. Nicht berücksichtigt in den Kalkulationen zur Wärmeerzeugung ist die Biomasse-KWK, da diese bereits der Stromerzeugung zugerechnet wurde.

Industrielle Induktionsöfen, Elektro-Luftwärmepumpen, Wärmepumpen mit Erdkollektor bzw. -sonde, kleine Pellets-Einzelheizungen (sowie Biomasse-KWK) sind die einzigen wärmeerzeugenden Technologien, die im Szenario #1 Mehrinvestitionen erfordern. Hinzu kommen bauliche Maßnahmen wie Fernwärmeleitungen und die Wärmedämmung als Effizienzmaßnahme. Der Einsatz aller übrigen genannten Wärme-Technologien wird reduziert.

Die für die Wärmeerzeugung und Wärmeeffizienz getätigten Mehrinvestitionen des Bezirks Murtal lösen im Bezirk Bruttoproduktionseffekte von 4,2 Mio. Euro p.a. aus, Wertschöpfungseffekte von 1,7 Mio. Euro p.a. und eine Beschäftigung von 15 VZÄ, siehe Tabelle 42. Die gesamtösterreichischen Effekte liegen bei einer Bruttoproduktion von 38,9 Mio. Euro p.a., Wertschöpfung von 13,9 Mio. Euro p.a. und einer Beschäftigung von 124 VZÄ.

Tabelle 42: Regionalwirtschaftliche Effekte der Gesamt- und Mehrinvestitionen des Bezirks Murtal: Wärmeerzeugung und -effizienz

	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1	Differenz
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	205,1	109,4	-95,7
Wertschöpfung (in Mio. €)	75,1	38,1	-37,0
Beschäftigte (in VZÄ)	748	344	-404
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	27,1	15,7	-11,3
Wertschöpfung (in Mio. €)	10,4	5,7	-4,7
Beschäftigte (in VZÄ)	136	58	-78
MEHRINVESTITIONEN			
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	36,4	75,2	38,9
Wertschöpfung (in Mio. €)	12,3	26,1	13,9
Beschäftigte (in VZÄ)	106	230	124
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	4,2	8,4	4,2
Wertschöpfung (in Mio. €)	1,5	3,2	1,7
Beschäftigte (in VZÄ)	14	29	15
MINDERINVESTITIONEN			
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	168,7	34,1	-134,6
Wertschöpfung (in Mio. €)	62,9	12,0	-50,9
Beschäftigte (in VZÄ)	642	114	-528
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	22,9	7,3	-15,6
Wertschöpfung (in Mio. €)	8,8	2,5	-6,3
Beschäftigte (in VZÄ)	122	29	-93

Quelle: Eigene Darstellung

Allerdings müssen von den Mehrinvestitionen die Minderinvestitionen abgezogen werden. Hieraus ergeben sich insgesamt Negativeffekte; diese sind begründet dadurch, dass

- die Biomasse-KWK (die ja beträchtlich ausgeweitet wird) in der Funktionsgruppe Stromerzeugung berücksichtigt wird
- die Wärmedämmungsmaßnahmen „sich rechnen“ und mittelfristig den Haushalten weniger Kosten verursachen als das Heizen.

Den Haushalten im Bezirk Murtal bleibt durch die Wärmedämmungsmaßnahmen ein zusätzliches Einkommen und eine erhöhte Kaufkraft.

Durch Wärmedämmung sparen die Haushalte Ausgaben und erhöhen ihre Kaufkraft für Güter und Dienstleistungen; diese Kaufkraft wird auch im Bezirk Murtal wirksam als weiterer (in der vorliegenden Analyse nicht zugerechneter) regionalwirtschaftlicher Effekt.

3.4.3 Treibstoff- und Pkw-Einsatzes

Die regionalwirtschaftliche Analyse zur Mobilität beschränkt sich auf die Veränderungen im Individualverkehr; hier werden diesel- und benzinbetriebene Pkw durch Elektrofahrzeuge ersetzt. Die Zahl der Fahrzeuge vermindert sich geringfügig (aufgrund leicht verstärkter öffentlicher Mobilität).

Im Folgenden werden einerseits (a) die Effekte des unterschiedlichen Pkw-Einsatzes in den beiden Szenarien, andererseits (b) nur die Treibstoffkomponente untersucht.

a) Pkw-Einsatz in beiden Szenarien

Der Einsatz unterschiedlicher Treibstoffe zieht Investitionen in unterschiedliche Fahrzeugtypen (fossil betriebene versus strombetriebene) als „nachgelagerten Effekt“ nach sich. Die Systematik der vorliegenden regionalwirtschaftlichen Analyse, die an der Schnittstelle „Energieerzeugung“ ansetzt, wird damit verlassen. Der Ersatz fossil betriebener durch strombetriebene Pkw im Individualverkehr und die damit angenommenen unterschiedlichen Kostenstrukturen für den laufenden Betrieb dieser Pkw stellt eine andere regionalwirtschaftliche Betrachtungsebene dar. Die E-Autos nutzen Strom, dessen Erzeugung bereits oben in Bezug auf regionalwirtschaftliche Effekten dargestellt wurde.

Die Neuinvestitionen in Elektrofahrzeuge und die Minderinvestitionen in mit fossilen Kraftstoffen betriebene Fahrzeuge im Bezirk Murtal lösen im Bezirk Bruttoproduktionseffekte von 9,2 Mio. Euro p.a. aus, Wertschöpfungseffekte von 5,2 Mio. Euro p.a. und eine Beschäftigung von 43 VZÄ, siehe Tabelle 43.

Für Österreich sind die Effekte ebenfalls positiv, mit einer Steigerung des Bruttoproduktionswertes um 37,8 Mio. € p.a., der Wertschöpfung um 19,2 Mio. Euro p.a. und der Beschäftigung um 180 VZÄ.

In diesen Effekten sind die Abschreibungen auf Investitionen, die leistungsunabhängigen Kosten (wie Versicherung) enthalten. Die leistungsabhängigen Kosten „Benzin- und Dieserverbrauch“ sind im folgenden Punkt erfasst, der Stromverbrauch der E-Fahrzeuge wurde bereits in 3.3.1 berücksichtigt.

Tabelle 43: Regionalwirtschaftliche Effekte der Mehr- und Minderinvestitionen des Bezirks Murtal: Pkw-Nutzung

	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1	Differenz
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	75,9	113,7	37,8
Wertschöpfung (in Mio. €)	36,1	55,3	19,2
Beschäftigte (in VZÄ)	360	540	180
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	13,6	22,9	9,2
Wertschöpfung (in Mio. €)	7,3	12,5	5,2
Beschäftigte (in VZÄ)	64	107	43

Quelle: Eigene Darstellung

b) Treibstoffeinsatz in beiden Szenarien

Bei der Analyse des Treibstoffeinsatzes wird allein der Effekt des synthetischen bzw. fossilen Treibstoffes bewertet. Der Einsatz von Strom für Elektrofahrzeuge ist nur im Szenario #1 zu bewerten, denn im B.A.U. Szenario sind keine Fahrzeuge elektrisch betrieben. Die Effekte des Stromeinsatzes sind bereits in 3.3.1 beziffert.

Der Treibstoffeinsatz in den beiden Szenarien kann folgendermaßen bewertet werden:

- B.A.U. Szenario: Alle betrachteten Fahrzeuge sind fossil betrieben. Benötigt werden 130.069 MWh Benzin und 395.826 MWh Diesel p.a. Dies verursacht Kosten in Höhe von rd. 30,3 Mio. Euro.
- Szenario #1: Ein Teil der Fahrzeuge wird über synthetische Kraftstoffe betrieben. Benötigt werden 17.972 MWh Benzin und 148.052 MWh Diesel p.a. Dies verursacht Kosten in Höhe von rd. 28,2 Mio. Euro.

Zugrunde gelegt sind im B.A.U. Szenario – für Superbenzin und Diesel – Heizwerte von 8,4 resp. 9,8 kWh/Liter, Marktpreise von 1,307 resp.

1,235 €/Liter (WKO Stand Juli 2021) und in Abzug zu bringende Steueranteile (MöSt plus MwSt) von 45 % resp. 39 %.

Im Szenario #1 sind Kosten von 17 Eurocent je kWh synthetischer Kraftstoff zugrunde gelegt, produziert mit einer Power to Fuel (PTF) Technologie (Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics 2018).

Da sowohl die Benzin- und Dieselerzeugung als auch die Erzeugung des synthetischen Kraftstoffes außerhalb der Region erfolgt, betreffen die genannten Effekte als Erstrundeneffekte nur Österreich gesamt, nicht aber die Region.

Die Generierung der Treibstoffe erfordert allerdings unterschiedliche Ressourcen, und dies wirkt sich auf die regionalwirtschaftliche Betrachtung aus. Zur Herstellung fossiler Treibstoffe werden Importe aus ölexportierenden Ländern benötigt, zur Herstellung synthetischer Treibstoffe Strom, der auch im eigenen Land erzeugt werden kann (siehe Szenarienschreibung Kap. 2). Aus diesem Grund kann der regionalwirtschaftliche Effekt des Treibstoffeinsatzes für Österreich im Szenario #1 höher erwartet werden als im B.A.U.: Die Umstellung der Treibstoffe im Bezirk Murtal von fossil auf synthetisch löst für Österreich einen Bruttoproduktionseffekt von 9,0 Mio. Euro p.a. aus, Wertschöpfungseffekte von 4,1 Mio. Euro p.a. und ein Beschäftigungsplus von 103 VZÄ.

3.4.4 Gesamte regionalwirtschaftliche Effekte

Szenario #1. Mit einer Umsetzung des klimaneutralen Szenario #1 steigt im Bezirk Murtal durch die genannten Maßnahmen der Energiewende die Bruttoproduktion um 30,8 Mio. Euro p.a., die Wertschöpfung um 15,6 Mio. Euro und die Beschäftigung um 257 VZÄ.

Die folgende Tabelle 44 fasst die Ergebnisse der regionalwirtschaftlichen Analyse des Szenario #1 zusammen.

Tabelle 44: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Szenario #1 versus Szenario B.A.U. gesamt

	MT_B.A.U.	MT2040_Sz1	Differenz
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	455,0	464,3	9,3
Wertschöpfung (in Mio. €)	187,7	206,7	19,0
Beschäftigte (in VZÄ)	2.004	2.409	404
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	64,9	95,7	30,8
Wertschöpfung (in Mio. €)	29,1	44,7	15,6
Beschäftigte (in VZÄ)	432	689	257

Quelle: Eigene Darstellung

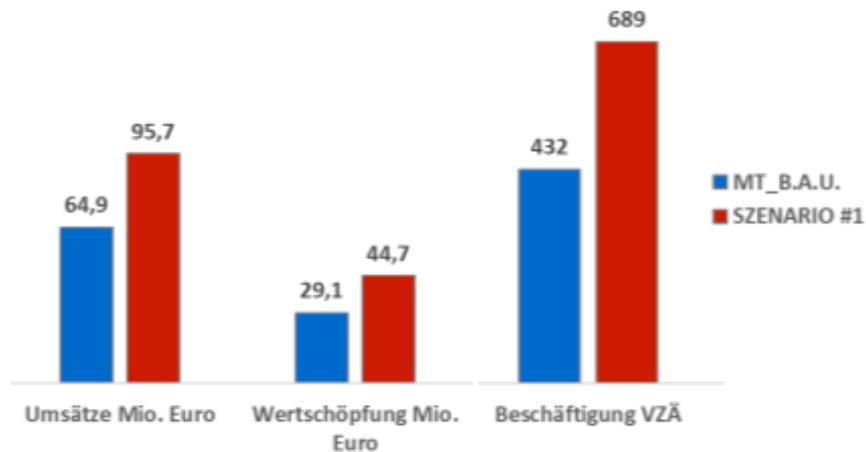
Die Umsetzung der Klimaziele im Bezirk Murtal regt die wirtschaftliche Aktivität im Bezirk Murtal an. Netto entstehen ca. 257 neue Vollzeit Arbeitsplätze in der Region.

Für Österreich gesamt entsteht ebenso ein Mehr an Bruttoproduktion (+9,3 Mio. Euro) und Wertschöpfung (+19,0 Mio. Euro); die Beschäftigung entwickelt sich ebenfalls positiv (+404 VZÄ).

Da die Österreich-Effekte die Effekte im Bezirk Murtal umfassen, lässt sich aus diesen Daten eine Begünstigung des Bezirks Murtal herauslesen. Denn ein Großteil der Beschäftigungseffekte in der Differenz der beiden Szenarien konzentriert sich auf den Bezirk Murtal (257 von 404 VZÄ), ebenso ein Großteil der Wertschöpfungseffekte (15,6 von 19,0 Mio. Euro). Bei der Bruttoproduktion ist der Effekt für „Rest-Österreich“ sogar negativ: Aus einem Plus von 30,8 Mio. Euro in der Region bei einem Plus von 9,3 Mio. Euro in Österreich gesamt folgt ein Minus für „Rest-Österreich“ in Höhe von -21,5 Mio. Euro.

Hintergrund für die verschiedenartige Entwicklung ist zum einen, dass die Investitionen sich auf den Bezirk Murtal konzentrieren, die dortig vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Energie genutzt werden und mit Hilfe der regionalen Wirtschaftskreisläufe Umsätze und Wertschöpfung in der Region kreieren. Dass die Wertschöpfung für Österreich insgesamt höher wird, liegt auch an den geringeren Importnotwendigkeiten fossiler Rohstoffe.

Abbildung 20: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Gesamteffekte für den Bezirk Murtal



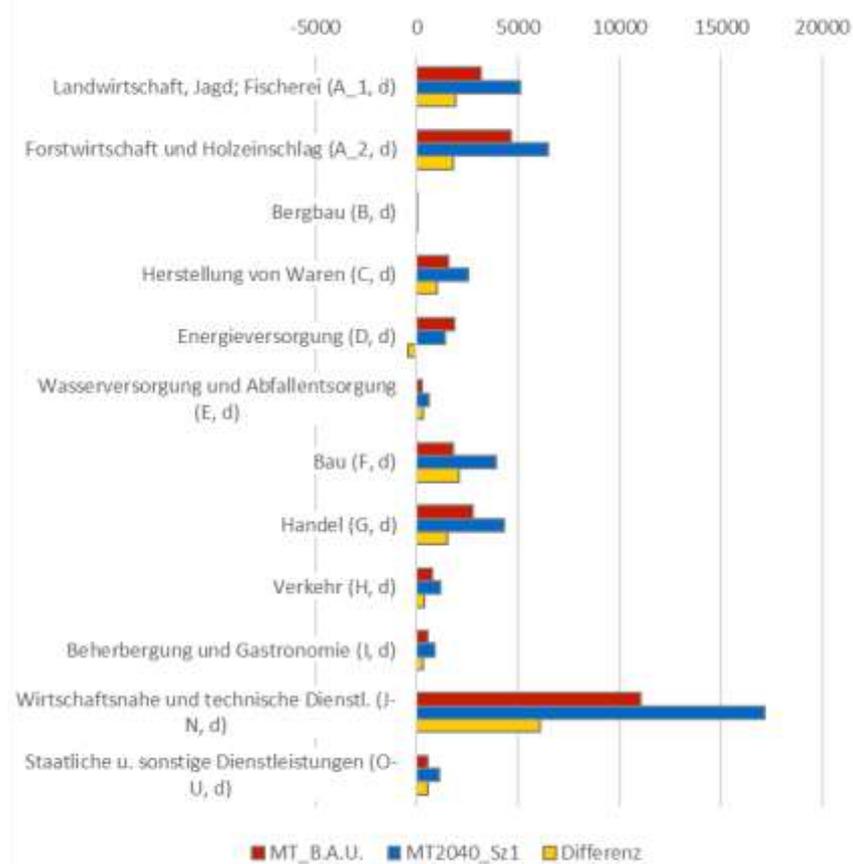
Quelle: Eigene Darstellung

Die Klimamaßnahmen steigern die Wertschöpfung und Beschäftigung im Murtal spürbar, um 1,6 % resp. 1,0 % gegenüber dem derzeitigen Ist-Stand. Das höhere Wertschöpfungsniveau gegenüber dem B.A.U. wird durchschnittlich jedes Jahr im gesamten Zeitraum und darüber hinaus erzielt. Grundlage der Entwicklung von Wertschöpfung und Beschäftigung ist der Status des Jahres 2020 (= 100) mit rund 980 Mio. Euro Bruttowertschöpfung und 25.100 Beschäftigte VZÄ im Bezirk Murtal, siehe Abbildung 20.

Die negativen Bruttoproduktionseffekte für „Rest-Österreich“ können mit sektoralen Verschiebungen der Wertschöpfungsketten begründet werden. Denn die Branchenstruktur der Investitionen und laufenden Ausgaben sind im Szenario B.A.U. und Szenario #1 unterschiedlich. Begründet durch die dezentrale Energieerzeugung werden dezentrale Akteure (Haushalte, Landwirte ...) zu Energieversorgern und mindern den Zukauf von Leistungen der klassischen Energieversorgungsunternehmen. Zudem werden Energieeffizienzmaßnahmen gesetzt, die mittelfristig zu geringeren Ausgaben für Energieinputs führen. Der Energiesektor bezieht typischerweise viele Vorleistungen aus dem eigenen Sektor, darum entfallen bei einer Verschiebung weg vom Energiesektor im Szenario #1 Multiplikatoreffekte der Bruttoproduktion, auch wenn die Wertschöpfung für Österreich insgesamt angeregt wird.

Abbildung 21 stellt die sektoralen Verschiebungen im Bezirk Murtal und in Österreich dar. Alle Sektoren im Bezirk profitieren von einer höheren Wertschöpfung, mit Ausnahme des Sektors „Energieversorgung“.

Abbildung 21: Sektorale Wertschöpfungseffekte für den Bezirk Murtal für das MT_B.A.U. Szenario, Energiewende Szenario MT2040_Sz1 und die Differenz davon (in 1.000 Euro)



Quelle: Eigene Darstellung

Szenario #2. Im Szenario #2 wird eine Biomass to Liquid (BLT) Anlage im Bezirk errichtet, die vor allem zur Erzeugung von synthetischen Treibstoffen für die Mobilität genutzt wird, wie in Kapitel 2 beschrieben. Die Analyse zeigt im Szenario #2 für den Bezirk Murtal und für Österreich ebenfalls positive regionalwirtschaftliche Effekte. Sie fallen – bedingt durch sektorale Verschiebungen – teilweise höher und teilweise geringer aus als im Szenario #1, siehe Tabelle 45.

Die BLT-Anlage im Bezirk reduziert den Import synthetischer Treibstoffe aus Rest-Österreich. Die regionale Biomasse wird vermehrt in der BLT-Anlage und weniger in Blockheizkraftwerken verwertet. Der Verlust an eigenerzeugtem Strom aus Biomasse-KWK wird zum Teil durch vermehrte Nutzung regionaler Windkraft ausgeglichen, zum Teil muss mehr Strom von außerhalb der Region importiert werden.

Tabelle 45: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Szenario #2 versus Szenario B.A.U. gesamt

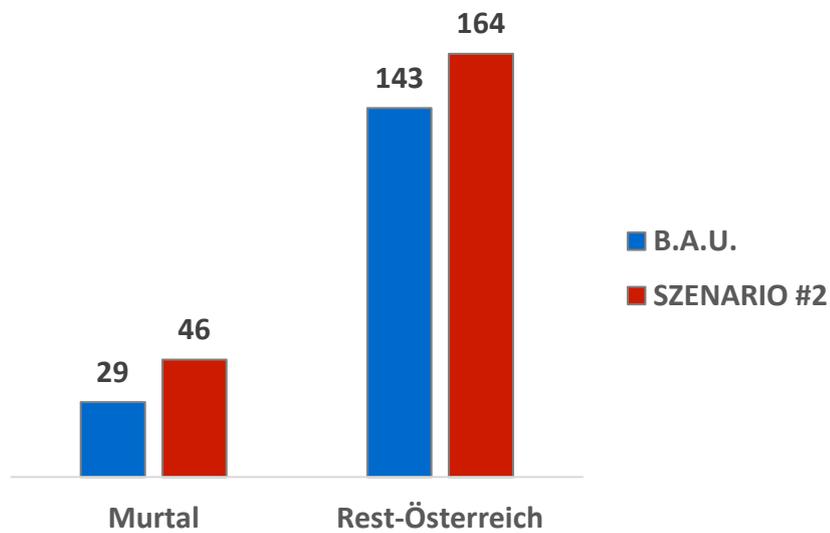
	MT_B.A.U.	MT2040_Sz2	Differenz
<i>Österreich</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	417,5	489,0	71,4
Wertschöpfung (in Mio. €)	172,1	209,6	37,6
Beschäftigte (in VZÄ)	1.849	2.228	379
<i>Bezirk Murtal</i>			
Bruttoproduktion (in Mio. €)	64,9	97,3	32,4
Wertschöpfung (in Mio. €)	29,1	45,5	16,4
Beschäftigte (in VZÄ)	432	625	193

Quelle: Eigene Darstellung

Mit der Umsetzung des klimaneutralen Szenario #2 steigt im Bezirk Murtal die Bruttoproduktion um 32,4 Mio. Euro p.a., die Wertschöpfung um 16,4 Mio. Euro und die Beschäftigung um 193 Personen VZÄ. Für Österreich gesamt entsteht ebenso ein Mehr an Bruttoproduktion (+71,4 Mio. Euro) und Wertschöpfung (+37,6 Mio. Euro); die Beschäftigung entwickelt sich ebenfalls positiv (+379 VZÄ).

Von einer klimaneutralen Region Murtal profitiert auch Österreich insgesamt. Da die Region nur begrenzte Kapazitäten für die Umsetzung der Energiewende hat, ist sie auf Zulieferungen von außen angewiesen. In allen Szenarien (B.A.U., Sz1 und Sz2) sind starke Umsatzeffekte auch in ganz Österreich zu erkennen. Im Szenario #2 sind die Wertschöpfungseffekte für Rest-Österreich besonders deutlich ausgeprägt, siehe Abbildung 22.

Abbildung 22: Wertschöpfungseffekt Klimaschutzmaßnahmen im Bezirk Murtal für das Murtal und für Rest-Österreich – Szenario #2



Quelle: Eigene Darstellung

Das Szenario #2 eines klimaneutralen Bezirks Murtal, das mittels einer BLT Anlage einen Großteil der für die Mobilität notwendigen Treibstoffe selbst erzeugt, erhöht die regionale Wertschöpfung deutlich und zeigt auch für „Rest-Österreich“ deutlich positive Effekte.

4 **Aufbereitung für die Replikation**

Der Replikationsfaden richtet sich an Personen, die eine mit der vorliegenden Untersuchung vergleichbare Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte des Übergangs zu einer klimaneutralen Energieversorgung ihrer Region planen. Die folgenden Ausführungen sollen die Anwendung des Modells in anderen Regionen ermöglichen bzw. fördern.

4.1 Übertragbarkeit

4.1.1 Direkte Übertragung

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nicht unmittelbar auf andere Regionen übertragbar. Zu den kritischen Punkten einer direkten Übertragbarkeit gehören etwa:

- die Größe der Region (Bevölkerungszahl, Beschäftigtenzahl)
- ihre sektorale Struktur
- der regionale Strom-, Wärme und Treibstoffverbrauch
- das Potenzial und der Typ eigener Ressourcen für die Versorgung mit erneuerbarer Energie und Steigerung der Energieeffizienz
- das Potenzial an eigenen Ressourcen für die Versorgung anderer Regionen mit erneuerbarer Energie (Strom, Treibstoffen)
- das Potenzial und die Akzeptanz regionaler Stakeholder (Unternehmen, Haushalte, Öffentliche Einrichtungen) zur Steuerung und Umsetzung sozialer und technologischer Innovation

Nur wenn diese Faktoren in zum Bezirk Murtal vergleichbarer Form vorliegen, können die vorliegenden Ergebnisse direkt, d.h. mit geringen Anpassungen übertragen werden.

Beispiel: Andere vergleichbar industriestarke Regionen (aber z.T. mit doch deutlich unterschiedlicher Beschäftigtenzahl) sind etwa Ried i.L., Osttirol, Hallein, Neunkirchen, Wiener Neustadt (Land), Kufstein, Schwaz, die West- und Südsteiermark, das Mittelburgenland ...

4.1.2 Übertragung der Vorgehensweise

Grundsätzlich ist der Erhebungspfad dieser Untersuchung zur Berechnung volkswirtschaftlicher Effekte der Energiewende auch in anderen Regionen gangbar. Zu den kritischen Punkten einer Übertragbarkeit der Vorgehensweise gehören etwa:

- Eine Mindestgröße der Region – unter einer Bevölkerungszahl von 10.000 EW macht im Allgemeinen die Berechnung von regionalwirtschaftlichen Multiplikatoren wenig Sinn.
- Eine vielfältige Wirtschaftsstruktur – ein reines Wohngebiet (wie etwa ein Teil einer Großstadt) kann aus eigenen Ressourcen heraus nur wenige der hier vorgeschlagenen Maßnahmen umsetzen.
- Ein Mindestmaß an Potenzialen eigener Ressourcen für die Versorgung mit erneuerbarer Energie und Steigerung der Energieeffizienz.
- Das Engagement und die Akzeptanz regionaler Stakeholder (Unternehmen, Haushalte, Öffentliche Einrichtungen) zur Steuerung und Umsetzung sozialer und technologischer Innovation für die Energiewende ist ebenfalls ein kritischer Faktor.

Wenn diese Faktoren gegeben sind – und das trifft möglicherweise auf viele Regionen in Österreich zu –, kann der Weg der Erhebung in einer solchen Region ähnlich beschrritten werden wie im Bezirk Murtal. Dafür wurden folgende Schritte konzipiert bzw. erstellt, um eine möglichst klare Anleitung zu erhalten: In einem ersten Schritt werden Grundüberlegungen zum Modell dargestellt: 1) Grundüberlegungen zum Modell, in einem zweiten Schritt 2) der Replikationsleitfaden und schließlich 3) Disseminationsvorschläge.

Die Vorgehensweise ist grundsätzlich übertragbar.

4.2 Modellanwendung

4.2.1 Grundüberlegungen

Das Ziel dieser Modellanwendung ist es jene wirtschaftlichen Effekte hervorzuheben, die direkt mit der Region in Verbindung gebracht werden können. Dazu ist es notwendig, die Modellierung in enger Abstimmung mit den politisch Verantwortlichen und den Unternehmen und Betrieben der Wirtschaft der Region durchzuführen. Aus diesen Abstimmungen und Vorarbeiten kristallisieren sich dann die Potenziale für den regionalen Beitrag zur Energiewende heraus: Ressourcen, die genutzt werden wollen, Innovationen, die verantwortlich denkende Menschen der Region umsetzen wollen, neue Geschäftsfelder in energienahen Branchen, Bereitschaft, einen Außenbeitrag (Erneuerbare Energieversorgung für andere Regionen ...) zu tätigen etc.

Analyse sollte Teil eines regionalen Prozesses sein

Die Replikation – die technische Abarbeitung der Analyse und Beteiligungsschritte – bettet sich dann in einen umfassenden Prozess der Energieregionalentwicklung ein.

Denn die Frage „Was passiert mit den Ergebnissen?“ sollte von Anfang an beantwortet werden können.

Analyseergebnisse sollten stets in eine Umsetzung fließen können. Regionale Forschungsergebnisse zur Energiewende sollten stets der Region und ihren Akteurinnen und Akteuren rückgespiegelt werden, wenn diese an ihrer Erstellung beteiligt waren.

Dazu kann es sinnvoll sein, engagierte Personen für die Energiewende in der Region namhaft zu machen, zu beteiligen und mit Leitungsrollen zu betrauen.

Externe Expertise zur Handhabung der Analyse einzubeziehen ist jedenfalls von Vorteil. Dazu zählen:

- Technische Expertise zu Energiesystemen (z.B. Handhabung RESYS-Tool, Szenarienerstellung)
- Wirtschaftliche Expertise zu betrieblichen, regional- und volkswirtschaftlichen Effekten, Fördermöglichkeiten

- Partizipatorische Expertise zur Gestaltung des sozialen Prozesses der Energiewende, insbesondere der Einbettung und Nutzbarmachung der regionalwirtschaftlichen Forschungsergebnisse für die Region, inkl. medialer Arbeit

4.2.2 Replikationsleitfaden

Die Replikation der Vorgehensweise zur Erfassung regionalwirtschaftlicher Effekte der Energiewende umfasst jedenfalls die folgenden Schritte:

1. Erarbeitung von Szenarien

Durch Anwendung des RESYS-Tools wird der Energiebedarf dargestellt. Gemeinsam mit Stakeholdern, Expertinnen und Experten werden die Zukunftsszenarien der Energiewende erarbeitet. In einem regionalen Workshop werden die Szenarien mit den Stakeholdern erarbeitet und diskutiert.

Input: Expertinnen, Experten und Stakeholder

Output: Anzahl der notwendigen Technologieeinheiten pro Szenario

2. Berechnung der Investitionen und die daraus resultierende Nachfrage

Aufbauend auf Schritt 1 werden die notwendigen Investitionen zur Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen berechnet.

Input: Anzahl der notwendigen Technologieeinheiten pro Szenario, Kosten der Technologien

Output: Monetäre Nachfrage in den Branchen durch diese Szenarien

3. Regionalisierung der Leontieff-Matrix:

Durch Non-Survey- und Survey-Ansatz; Befragung zur Darstellung der regionalen Wirtschaftsverflechtung

Input: nationale I/O-Tabellen, regionale Wirtschaftsverflechtungen

Output: regionale Leontieff-Matrix

4. Anwendung der Input/Output-Analyse

Input: Monetäre Nachfrage in den Branchen durch diese Szenarien, regionale Leontieff-Matrix

Output: Regionalwirtschaftliche Effekte

5. Diskussion der Ergebnisse mit regionalen Stakeholdern und Interessenten

Input: Szenarien, Regionalwirtschaftliche Effekte

Output: Verbreitung der Ergebnisse in der Region, Ableitung von Umsetzungsmaßnahmen in der Region

4.2.3 Erfahrungen

Der Prozess, wie er in der Region Murtal durchgeführt wurde, brachte die folgenden **positiven Erfahrungen**:

Die Herangehensweise erlaubt individuelle und eng mit der Region **abgestimmte Szenarien**, deren Entstehungsprozess Involvierung und **Engagement erhöht**. Durch die Erarbeitung der Szenarien und vor allem der regionalen Effekte auf die Regionalwirtschaft wird das Thema verständlich und besser argumentierbar, es schafft auch **Akzeptanz** für die Umsetzung.

Die Gewichtung der einzelnen Sektoren, ihr Energieverbrauch und die Potenziale an erneuerbaren Energien werden **sichtbar**! Die regionalen Stakeholder haben zumeist kein echtes „Gefühl“, wo wieviel Energie verbraucht wird. Auch die Potentiale an erneuerbaren Energien sind ohne vertiefende Analysen nicht greifbar. Die Herangehensweise erlaubt die Unterscheidung in Mehr- und Minderinvestitionen. Dadurch können **Gewinner und Verlierer** identifiziert werden; dies erhöht die **Transparenz der Argumentation**.

Das **RESYS-Tool** hat sich für die Modellierung einer ganzen Region und die Simulation des Angebots und der Nachfrage über das Jahr sehr gut **bewährt**. Die gleichzeitige Ausgabe der CO₂-Emissionen in RESYS ist ein weiterer Mehrwert dieses Werkzeugs. Dieses Feature würde eine noch größere Rolle spielen, wenn man neben Szenarien, die auf vollständige

Klimaneutralität abzielen, auch noch Szenarien simulieren möchte, die Zwischenstationen auf dem Weg dorthin abbilden. Der Zugang, als Ausgangspunkt die Daten des **Energiemosaik Austria** zu wählen und diese dann weiter zu verfeinern, hat sich ebenso als guter Weg herausgestellt.

Folgende **Herausforderungen und Grenzen** wurden erkannt:

Die Ableitung der einzelnen erneuerbaren Energietechnologien aus den unterschiedlichen Energiebedarfen in den jeweiligen Szenarien setzt eine große **Kenntnis der Rahmenbedingungen in der Region** voraus. Diese ist sicherlich nicht in allen Regionen in dem Ausmaß gegeben, wie das bei den regionalen Partnern hier der Fall war. Empfehlung, wenn das nicht gegeben ist: Informierte und engagierte Personen aus den unterschiedlichen Bereichen (wie etwa Windkraft, Wasserkraft, Biomasse ...) einbinden.

Den **Rücklauf zu den Befragungen** in der Region zu sichern, erfordert ein hohes Engagement der Unternehmen und Überzeugungsarbeit auf der Grundlage von bestehendem Vertrauen in den Netzwerken der Region.

Eine Herausforderung in der Modellierung ist die regionale und sektorale **Abgrenzung der Stoffflüsse**. Hier darf nicht zu kleinräumig gedacht werden. In Regionen gibt es auch einen Austausch von Arbeitskräften mit Nachbarregionen. Darüber hinaus sind nationale Rahmenbedingungen ein Unsicherheitsfaktor. Etwa, wie künftig die regionalen Stromimporte zu bewerten sind oder welcher österreichische Strommix in die Produktion von synthetischen Kraftstoffen einfließen wird.

4.3 Verbreitung

Für die Verbreitung der Ergebnisse in der Region und über diese hinaus sind folgende **Vorgangsweisen** möglich und vorgesehen:

1. Erläuterung des Modells im engeren Sinne als auch des Ablaufs eines Projekts „à la Murtal“ im weiteren Sinne (Guideline). Die Guideline soll wichtige Hintergrundinformationen zum Modell beinhalten und so ein vertieftes Verständnis erzielen, aber auch Grenzen und Aussagekraft klar dokumentieren.

2. Gestaltung eines Webinars, das ergänzend zu der schriftlichen Guideline das Modell mündlich und direkt nahebringen kann.
3. Online-Bereitstellung von Guidelines, Leitfäden für die technische Erfassung und Verarbeitung von Input Daten (auf Excel Basis) für Szenarien in künftigen Regionen (u.a. auf Websites der Projektpartner und auf www.energie-wende-rechner.at). Auf diese Art ist die Grundlage für die Verbreitung geschaffen.
4. Web-basierte Modellierung: Für eine einfache und sichergestellte richtige Anwendung des durchaus komplexen Modells ist eine Digitalisierung sehr empfehlenswert. Eine Excel-basierte Nutzung kann hier sehr schnell zu Fehlern führen. Durch die Digitalisierung kann sichergestellt werden, dass
 - plausible Daten erhoben werden (durch Plausibilitätsprüfung von Einzel-Werteingaben und Plausibilitätsabfragen von mehreren Werten) und
 - alle Daten richtig weiterverarbeitet werden.

Zusätzlich ermöglicht die Digitalisierung über ein web-basiertes Tool eine gemeinsame Nutzung des Modells: Mehrere Personen können Daten einpflegen und Berechnungsergebnisse separat oder gemeinsam nutzen. Auch die organisatorischen Abläufe und die Verbreitung sind über eine web-basierte Digitalisierung wesentlich effizienter und zugänglicher organisierbar. Ein weiterer wichtiger Effekt ist, dass durch eine digitale, web-basierte Basis Daten und Ergebnisse auch geteilt werden können.

Folgende **regionale Ebenen** können erreicht werden:

- Gemeinden
- Regionen: Eine Region kann aus den Learnings einer anderen Region profitieren
- Bundesländer

Gesamtbetrachtungen, Benchmarks, Reportings können auch überregional abgeleitet und Verantwortlichen in Politik und Wirtschaft bzw. Multiplikatorinnen und Multiplikatoren verfügbar gemacht werden. Als solche kommen insbesondere in Betracht:

- **Regionale und überregionale Verwaltung:** Bezirksebene und darüber
- **Zielgruppen-Verbände:** Interessensvertretungen, Gemeindebund, Städtebund, Verbände erneuerbarer Energie-Technologien sowohl national als auch in anderen EU-Ländern und auf EU-Ebene
- **Förderstellen und -programme:** Klima- und Energiefonds, FFG, Umweltförderung, Bundesländer, Programme anderer EU-Länder bzw. auf europäischer Ebene z.B. „European City Facility“², EU-Programme z.B. Covenant of Mayors³ ...
- **Beratungseinrichtungen:** Klimabündnis, e5, Energieagenturen, Beratungsprogramme (klima:aktiv etc.), Planer
- Die **Wissenschafts-Community**

Zur **Erreichung der direkten Zielgruppen** und Personen mit Einfluss auf die Verbreitung ist geplant:

- Web-Präsenz
- Direkte Information / Mailing
- Medienarbeit (Artikel in Zielgruppen-Medien)
- Publikationen in wissenschaftlichen Journals

² <https://www.eucityfacility.eu/home.html>

³ <https://www.covenantofmayors.eu>

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Dieses Projekt beschäftigt sich mit den **regionalwirtschaftlichen Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen**. Dabei werden ambitionierte Klimaszenarien für die Region Murtal modelliert und die dadurch entstehende regionale Bruttoproduktion, Wertschöpfung und Beschäftigung berechnet. Die gewählte partizipative Herangehensweise erlaubt die Einbindung der regionalen Akteure.

Die Anwendung dieser Herangehensweise hat gezeigt, dass eine aktive **Mitarbeit von regionalen Akteurinnen und Akteuren** von großer Bedeutung ist. Nur so können jene entsprechenden Maßnahmen eingebracht werden, die mit den regionalen Gegebenheiten (z.B. bestehende Leitungsnetze und Anlagen, Akzeptanz der Technologie ...) am kompatibelsten sind und damit die höchste Wahrscheinlichkeit der Umsetzung erzielen. Diese Herangehensweise erfordert eine flexible und individuell anpassbare Modellierung. Der hier gewählte Ansatz zur Berechnung der regionalwirtschaftlichen Effekte erfüllt diese Vorgaben und ermöglicht die Einbeziehung einer Vielzahl an unterschiedlichen Maßnahmen. So können neben Stromproduktionsanlagen wie etwa Photovoltaikanlagen auch die Investitionen in die Wärmedämmung **im selben Modell** berücksichtigt werden.

Machbarkeit gegeben

Die Ergebnisse der Modellierung **unterstreichen die Machbarkeit** eines ambitionierten Klimaschutzszenarios in einer Region, die eine hohe Dichte an Industriebetrieben vorzuweisen hat. Es muss jedoch dabei auf eine Vielzahl an Technologien und Ressourcen zurück gegriffen werden, um das Potential der Region am besten zu nutzen. So setzt man zur Stromproduktion zukünftig neben der Wasser-, Wind- und Sonnenkraft auf die Kraft der Biomasse in Form von KWK-Anlagen. Dabei zeigt sich, dass vor allem eine **wärmegeführte Betriebsweise** dieser KWK-Anlagen aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht essentiell ist. Die daraus gewonnene Wärme kann dann gemeinsam mit der Wärme aus Wärmepumpen und in Kombination mit einem reduzierten Wärmeverbrauch durch die Wärmedämmung den Großteil des Wärmebedarfs abdecken.

Motor für die regionale Wirtschaft

Diese Vielzahl an Technologien wird insbesondere bei der **Stromproduktion** notwendig. Während im IST-Szenario ein Großteil des Stroms außerhalb der Region erzeugt wird, verlagert sich diese in den Energiewendeszenarien in die Region. Dies wird auch dadurch ersichtlich, dass hier –

im Gegensatz zur Wärme- und Treibstoffproduktion – den hohen Mehrinvestitionen (Neuinvestitionen), fast keine Minderinvestitionen (Reduzierung der Ersatzinvestitionen) gegenüber stehen. Die weiterführende Analyse zeigt, dass die zusätzlichen Investitionen in die Stromproduktion für den Großteil der regionalen Bruttoproduktion, Wertschöpfung und Beschäftigung verantwortlich sind und somit als **Motor für die regionale Wirtschaft** dienen können. Dabei können vor allem die Unternehmen der Land- und Forstwirtschaft sowie der wirtschaftsnahen und technischen Dienstleistungen profitieren.

Allerdings erfordern diese Effekte eine **große Summe an Neuinvestitionen** (ca. 520 Mio. Euro). Derartige Summen sind oft nur schwer aufzutreiben. Eine Möglichkeit und zugleich Chance für die Region wäre es, eine Investitionstätigkeit durch regional ansässige Akteure (Einzelpersonen oder Personengesellschaften) zu forcieren. Jedoch stellt dies einen sehr komplexen Prozess dar. Für eine erfolgreiche Umsetzung derartiger Vorhaben bedarf es neben dem Engagement regional ansässiger Personen auch einer **Prozesssteuerung**. Diese kann durch ein Regional- und Energiemanagement erfolgen, das aufbauend auf einem regionalen Energiekonzept die Aktivitäten in der Region lenkt. Ferner ist weitere wissenschaftliche Forschung notwendig, um Grundlagen für diese Prozesssteuerung zu schaffen. Nichtsdestotrotz hängt der Erfolg auch an den politischen Rahmenbedingungen, die etwa durch das Ökostromgesetz steuernd in die Umsetzungsprozesse eingreifen. So wäre zu empfehlen, dass im Ökostromgesetz Tarife im Teillastbereich entsprechend zu berücksichtigen sind, um KWK-Betreibern ökologische und wirtschaftlich sinnvolle Perspektive zu liefern.

**Prozesssteuerung
notwendig**

6 Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit der KEM Murtal wird in dieser Studie Szenarien der Umsetzung von Klimastrategien im Bezirk Murtal und ihre regionalen volkswirtschaftlichen Effekte ermittelt. Ein Replikationsleitfaden wird erstellt, damit auch andere Regionen die regionalwirtschaftlichen Effekte ihrer Klimaschutzmaßnahmen erheben können und zur Motivation ihrer Region einsetzen können.

Ziel ist es, den Bezirk Murtal bis zum Jahr 2040 klimaneutral in Bezug auf die Energieversorgung zu machen und zur Erreichung der österreichischen Klimaziele beizutragen. Stakeholder der Region werden in die Erarbeitung der Szenarien eingebunden und die Ergebnisse an die Region weitergegeben. Mit den diskutierten Maßnahmen kann der Bezirk Murtal bis 2040 ein Energiesystem ohne Nutzung fossiler Energieträger aufbauen.

IST-Stand Erhebung

Grundlage der Analyse ist eine Erhebung des IST-Standes des Energiebedarfes und der Energieversorgung der Region. Der Bezirk Murtal hat einen hohen Energieverbrauch, hervorgerufen durch Betriebe aus energieintensiven Branchen wie Papier- und Pappeherstellung oder Metallverarbeitung. Andererseits verfügt die Region über ein hohes Potenzial an erneuerbaren Ressourcen (Wind, Wasser, Holz, Fläche für PV ...). Mit dem Erhalt der energieintensiven Betriebe bleibt ein Energiebedarf bestehen, der nicht regional gedeckt werden kann. Es bleiben damit aber auch Arbeitsplätze erhalten und es werden Produkte hergestellt, die vor allem außerhalb des Bezirks verwendet werden. Auch pendeln Arbeitskräfte dieser Betriebe in den Bezirk Murtal ein.

Zwei klimaneutrale Szenarien für die Region

Die zukünftigen Szenarien bauen auf der Quantifizierung des aktuellen Energiesystems auf und werden mit dem IST-Stand (MT2020) verglichen. Der IST-Stand wird mit dem frei verfügbaren Energiemosaik (www.energiemosaik.at) modelliert, dass die Energieströme für Wärme, Prozesse und Mobilität in Jahreswerten darstellt. Auf dieser Grundlage wird im Energiewende-Tool RESYS (www.resys-tool.at) der Energiebedarf und die Energieaufbringung in Stundenauflösung für ein typisches Jahr berechnet. Dies erlaubt die Beurteilung der Auswirkungen von Energiespeichern und anderen Flexibilitäten. Unter anderem kann hiermit auch der Anfall von Überschusswärme stromgeführter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWKs) oder die Auslastung (in Volllaststunden) von KWKs im wärmegeführten Betrieb ermittelt werden, was eine wichtige Planungsgrundlage für die Energiewende bildet.

Zwei Szenarien werden entwickelt. Sie stellen **unterschiedliche Nutzungspfade der Holzbiomasse** dar: einmal eine verstärkte Nutzung in Biomasse-KWKs (Sz1) und einmal mit einer Biomass to Liquid (BTL)-Anlage zur Treibstoffproduktion in der Region (Sz2). Eckpunkte des Szenario Sz1 sind ein Ausbau

- der Photovoltaik (+225 GWh/a)
- der Windkraft (+103 GWh/a)
- der Wärmedämmung von Ein- und Mehrfamilienhäusern (-305 GWh/a)
- der Erdwärmenutzung (+420 GWh/a)
- der Biomassenutzung zur Wärmeerzeugung (+313 GWh/a)

Darüber wird die Wasserkraft minimal ausgebaut. Andere Technologien werden (teilweise oder vollständig) rückgebaut: besonders jene, die auf Heizöl, fossilem Gas beruhen, Elektroheizungen, sowie auch Scheitholz- und mittlere/große Einzelpelletsheizungen. Diesel- und benzinbetriebene Pkw werden größtenteils durch E-Fahrzeuge ersetzt, deren Auslastung von 1,1 auf 1,4 Personen pro Fahrt erhöht. Die Szenarien generieren jeweils ein Mengengerüst, bestehend aus Technologie, Anlagengröße, Anlagenzahl und Jahresleistung.

Die für die Klimaschutzmaßnahmen notwendigen Investitionen basieren **auf der Anzahl der Einheiten je Technologie** und den jeweiligen Investitionskosten. Investitionen können sowohl Neu- als auch Ersatzinvestitionen sein. Die durch die Investitionen entstehende regionale und sektorale direkte Nachfrage pro Jahr berechnet sich aus den Investitionskosten dividiert durch die Nutzungsdauer und den jährlichen Betriebskosten (produktionsabhängig und produktionsunabhängig).

So sind im Szenario Sz1 Mehrinvestitionen von 1.790 Mio. Euro zu tätigen und Minderinvestitionen von 904 Mio. Euro, im Szenario Sz2 Mehrinvestitionen von 1.919 Mio. Euro zu tätigen und Minderinvestitionen von 924 Mio. Euro. Diese Aktivität löst in der Folge Kreislaufeffekte der Umsätze, Wertschöpfung und Beschäftigung aus. Diese verbleiben zu einem gewissen Anteil in der Region.

Die direkten und sichtbaren Effekte der Vorhaben unterschätzen die regionalwirtschaftlichen Effekte. Denn Vorleistungen wie Wartung und Materialeinsatz lösen Umsätze aus, und diese Umsätze weitere Umsätze

**Erhebliche
Investitionen
notwendig**

Indirekte und induzierte Effekte für alle Sektoren

(**indirekte Mehrrundeneffekte**). Hinzu kommen die Effekte des Haushaltskreislaufs: Beschäftigte kaufen z.B. Lebensmittel und zahlen Mieten (**induzierte Effekte**). Um die Gesamtheit der Effekte zu berechnen, wird die Input-Output-Analyse angewendet. Dabei werden grundsätzlich die durch die Maßnahmen entstandene direkte Nachfrage nach Gütern mit den Input-Output-Tabellen verknüpft, sodass auch die indirekten und induzierten Effekte erfasst werden.

Für die nationale Nachfrage liegen diese Tabellen vor, für den Bezirk Murtal mussten sie jedoch berechnet werden, und zwar mit einer **Non-Survey- und einer Survey-Methode**, letztere durch Befragung von 42 Unternehmen der Region. Diese Befragung zeigte auch eine grundsätzliche Akzeptanz der wichtigsten in den Szenarien eingesetzten Technologien.

Mit einer Umsetzung des klimaneutralen Szenario #1 steigt im Bezirk Murtal durch die genannten Maßnahmen der Energiewende die Bruttoproduktion um 30,8 Mio. Euro p.a., die Wertschöpfung um 15,6 Mio. Euro und die Beschäftigung um 257 VZÄ. Für Österreich gesamt entsteht ebenso ein Mehr an Bruttoproduktion (+9,3 Mio. Euro) und Wertschöpfung (+19,0 Mio. Euro); die Beschäftigung entwickelt sich ebenfalls positiv (+404 VZÄ).

Spürbare Steigerungen der Wertschöpfung und Beschäftigung

Die Klimamaßnahmen steigern die Wertschöpfung und Beschäftigung im Murtal spürbar, um **1,6 % resp. 1,0 %** gegenüber dem derzeitigen Ist-Stand mit rund 980 Mio. Euro Bruttowertschöpfung und 25.100 Beschäftigte VZÄ im Bezirk Murtal. Alle Sektoren im Bezirk profitieren von einer höheren Wertschöpfung, mit Ausnahme des Sektors „Energieversorgung“ (aufgrund der nunmehr dezentralen Versorgungsstruktur durch viel Akteurinnen und Akteure, sowie der Wärmedämmungsmaßnahmen).

Mit der Umsetzung des klimaneutralen Szenario #2 steigt im Bezirk Murtal die Bruttoproduktion um 32,4 Mio. Euro p.a., die Wertschöpfung um 16,4 Mio. Euro und die Beschäftigung um 193 Personen VZÄ. Von einer klimaneutralen Region Murtal profitiert auch Österreich insgesamt. Da die Region nur begrenzte Kapazitäten für die Umsetzung der Energiewende hat, ist sie auf Zulieferungen von außen angewiesen. In allen Szenarien (B.A.U., Sz1 und Sz2) sind starke Umsatzeffekte auch in ganz Österreich zu erkennen. Im Szenario #2 sind die Wertschöpfungseffekte für Rest-Österreich besonders deutlich ausgeprägt. Die Ergebnisse wurden in der Region präsentiert und diskutiert.

Die Herangehensweise erlaubt individuelle und eng mit der Region **abgestimmte Szenarien**, deren Entstehungsprozess Involvierung und **Engagement erhöht**. Durch die Erarbeitung der Szenarien und vor allem der regionalen Effekte auf die Regionalwirtschaft wird das Thema verständlich und besser argumentierbar, es schafft auch **Akzeptanz** für die Umsetzung.

Die Gewichtung der einzelnen Sektoren, ihr Energieverbrauch und die Potenziale an erneuerbaren Energien werden **sichtbar**. Die Potentiale an erneuerbaren Energien sind ohne vertiefende Analysen nicht greifbar. Die Herangehensweise erlaubt die Unterscheidung in Mehr- und Minderinvestitionen. Dadurch können **Gewinner und Verlierer** identifiziert werden; dies erhöht die **Transparenz der Argumentation**.

Grundsätzlich ist der Erhebungspfad dieser Untersuchung zur Berechnung volkswirtschaftlicher Effekte der Energiewende auch in anderen Regionen gangbar. Ein Replikationsleitfaden wird erstellt.

ANHANG

Abkürzungen

a	Jahr
B.A.U.	Business As Usual
BLQ	Location Quotient, in dieser Studie verwendet
BTL	Biomass to Liquids
CILQ	Cross Industry Location Quotient
FW	Fernwärme
GWh	Gigawattstunden
I/O	Input-Output
KEM	Klima- und Energiemodellregion
km	Kilometer
kW	Kilowatt
LQ	Location Quotient
MA	Mitarbeiter/innen
Mio	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NUTS	<i>Nomenclature des unités territoriales statistiques</i> , hierarchische Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (Österreich hat 35 NUTS 3 Einheiten)
p.a.	pro Jahr
RESYS	Energiewende-Rechner für Gemeinden/Regionen
Sz	Szenario
PTF	Power To Fuel Strombasierte, synthetische Kraftstoffe (E-Fuels)
PV	Photovoltaik
Tsd	Tausend
VZÄ	Vollzeitäquivalente
WP	Wärmepumpen

Geschlechtsidentitäten

Wenn nicht ausdrücklich anders formuliert, unterscheidet der vorliegende Text nicht zwischen Geschlechtsidentitäten. Wenn Personen bezeichnet werden (Mitarbeitende, Befragte ...) sind stets Personen unterschiedlicher Geschlechtsidentität umfasst. Bei funktionalen Einheiten, Einrichtungen (etwa: Zulieferer) und Abstrakta (etwa: Mitarbeiterzahl) ist die Bezeichnung geschlechtsneutral.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiebedarf Murtal 2020 gemäß Energiemosaik Austria	18
Tabelle 2: Energiebedarf Murtal 2020 ermittelt mit dem RESYS- Tool	18
Tabelle 3: Vergleich Endenergieverbrauch und Pro-Kopf- Verbrauch von Österreich und Bezirk Murtal 2020	18
Tabelle 4: Primärenergieaufwand für die Erzeugung von 1 kWh Hoch- oder Mitteltemperaturwärme	20
Tabelle 5: Entwicklung des Wärmebedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 im Szenario 1	21
Tabelle 6: Fernwärmenetz 2020 und Ausbau 2040	22
Tabelle 7: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren	23
Tabelle 8: Entwicklung der Wärmeerzeugung 2020 bis 2040	23
Tabelle 9: Entwicklung der energetischen Biomasseverwertung von 2020 bis 2040	25
Tabelle 10: Primärenergieaufwand für die Mobilität mit 1 kWh Bewegungsenergie	27
Tabelle 11: Entwicklung des Energiebedarfs der Mobilität für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	28

Tabelle 12: Entwicklung der Fahrzeugkilometer bzw. Personenkilometer für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	30
Tabelle 13: Entwicklung der Anzahl von Fahrzeugen für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	31
Tabelle 14: Entwicklung der Anzahl von Zugmaschinen für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	31
Tabelle 15: Entwicklung des Strombedarfs nach Sektoren für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	32
Tabelle 16: Entwicklung des Strombedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	32
Tabelle 17: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	33
Tabelle 18: Übersicht Import und Export von Strom für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040, je nach Möglichkeit des bidirektionalen Ladens	35
Tabelle 19: Bedarf für PTF-Produkte für den Bezirk Murtal 2040	36
Tabelle 20: Einfluss der Betriebsweise von Biomasse-KWKs auf die erforderlichen Import- und Export-Stromflüsse über die Bezirksgrenzen	39
Tabelle 21: Vergleich der Betriebsweisen von Biomasse-KWK	41
Tabelle 22: „Umweg-Vergrößerung“ des Bedarfs an Wärmeerzeugung bedingt durch den Dauerbetrieb der Biomasse-KWKs	41
Tabelle 23: Vergleich der Primärstrombilanz mit Einbeziehung des Bedarfs an PTF-Brenn- und Treibstoffen für unterschiedlichen Betriebsweisen von Biomasse-KWKs	42
Tabelle 24: Wärmeerzeugung 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2	44
Tabelle 25: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2	45

Tabelle 26: Strombedarf für PTF-Produkte für den Bezirk Murtal 2040 - Sz2	46
Tabelle 27: Aggregation der ÖNACE 2008	50
Tabelle 28: Design des Survey Ansatzes	53
Tabelle 29: Größe und Anzahl der Anlagen für Strom in der IST- Situation, Szenario 1 und Szenario 2	54
Tabelle 30: Größe und Anzahl der Anlagen für Wärme in der IST- Situation, Szenario 1 und Szenario 2	55
Tabelle 31: Treibstoffe IST-Situation, Szenario 1, Szenario 2, nach Anzahl und Gigawattstunden pro Jahr	56
Tabelle 32: Investitionen für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologiebereich.	58
Tabelle 33: Investitionen in den Strom für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie	59
Tabelle 34: Investitionen in die Wärme für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie	59
Tabelle 35: Investitionen in die Mobilität für das IST-Szenario (MT_B.A.U.), Szenario 1 (MT2040 – Sz1) und Szenario 2 (MT2040 – Sz2) nach Technologie	60
Tabelle 36: Zuordnung der regionalen Nachfrage für Strom, Wasser, Mobilität und Gesamt nach Sektoren – IST- Szenario	60
Tabelle 37: Zuordnung der regionalen Nachfrage für Strom, Wasser, Mobilität und Gesamt nach Sektoren – Szenario Sz1	61
Tabelle 38: Struktur des Befragungsrücklaufs nach Branchen (Abschnitten der ÖNACE 2008) und Unternehmensgröße	65

Tabelle 39: Regionale Inzidenz der Vorleistungen – Angaben aus der Unternehmensbefragung im Murtal	68
Tabelle 40: Leontieff-Inverse nach dem kombinierten Modell	69
Tabelle 41: Regionalwirtschaftliche Effekte der Mehrinvestitionen des Bezirks Murtal: Stromerzeugung	71
Tabelle 42: Regionalwirtschaftliche Effekte der Gesamt- und Mehrinvestitionen des Bezirks Murtal: Wärmeerzeugung und -effizienz	73
Tabelle 43: Regionalwirtschaftliche Effekte der Mehr- und Minderinvestitionen des Bezirks Murtal: Pkw-Nutzung	75
Tabelle 44: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Szenario #1 versus Szenario B.A.U. gesamt	77
Tabelle 45: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Szenario #2 versus Szenario B.A.U. gesamt	80
Abbildungsverzeichnis	
Abbildung 1: Einbindung der Projektpartner und Stakeholder	8
Abbildung 2: Erwerbstätige am Arbeitsort 2018, Vergleich Bezirk Murtal und Österreich	14
Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung im Bezirk Murtal	19
Abbildung 4: Entwicklung des Wärmebedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	22
Abbildung 5: Entwicklung der Wärmeerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	24
Abbildung 6: Entwicklung des Energiebedarfs der Mobilität für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	29

Abbildung 7: Entwicklung der Anzahl der PKWs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	30
Abbildung 8: Entwicklung des Strombedarfs für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	33
Abbildung 9: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040	35
Abbildung 10: Monatlicher Verlauf von Strom- Wärmeproduktion und Überschusswärmeanfall durch Biomasse-KWK im Dauerbetrieb 2040	38
Abbildung 11: Monatlicher Verlauf von Strom-, Wärmeproduktion und Überschusswärmeanfall durch Biomasse-KWK in wärmegeführter Betriebsweise 2040	38
Abbildung 12: Monatlicher Verlauf von Strom-, Wärmeproduktion und Überschusswärmeanfall durch Biomasse-KWK im Dauerbetrieb (oben) und in wärmegeführter Betriebsweise (unten)	40
Abbildung 13: Entwicklung der Wärmeerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2	44
Abbildung 14: Entwicklung der Stromerzeugung für den Bezirk Murtal 2020 bis 2040 – Sz1 und Sz2	46
Abbildung 15: Vorgehensweise zur Bewertung der Klimaschutzmaßnahmen im Murtal	49
Abbildung 16: Akzeptanz verschiedener Maßnahmen der Energiewende im Bezirk Murtal – Befragungsergebnis	62
Abbildung 17: Unternehmensstruktur in der Stichprobe nach Beschäftigtenzahl	66
Abbildung 18: Anteil der MA die im Bezirk Murtal wohnhaft sind – Unternehmensbefragung	66
Abbildung 19: Verbleib der Güter und Dienstleistungen (im Bezirk Murtal, im übrigen Österreich, im Ausland) nach Mitarbeiterzahl der befragten Unternehmen	67

Abbildung 20: Regionalwirtschaftliche Effekte der Klimaschutzmaßnahmen des Bezirks Murtal: Gesamteffekte für den Bezirk Murtal	78
Abbildung 21: Sektorale Wertschöpfungseffekte für den Bezirk Murtal für das MT_B.A.U. Szenario, Energiewende Szenario MT2040_Sz1 und die Differenz davon (in 1.000 Euro)	79
Abbildung 22: Wertschöpfungseffekt Klimaschutzmaßnahmen im Bezirk Murtal für das Murtal und für Rest-Österreich – Szenario #2	81

Literatur

- Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics. 2018. Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe.
- BMK, B. f. K. U. E. M. I. u. T. 2021. Das Übereinkommen von Paris. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000325.html (abgerufen 21.07.2021).
- CIMA. 2014. *Kaufkraftstrom- und Einzelhandelsstrukturuntersuchung Oberösterreich-Niederbayern: Gesamtbericht - Oberösterreich*. online.
- Flegg, A. T., T. Thomo. 2013. Regional Input–Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland. *Regional Studies* 47/5: 703–721.
- Flegg, A. T., T. Thomo. 2019. The regionalization of national input-output tables: A study of South Korean regions. *Papers in Regional Science* 98/2: 601–620.
- Kowalewski, J. 2015. Regionalization of National Input–Output Tables: Empirical Evidence on the Use of the FLQ Formula. *Regional Studies* 49/2: 240–250.
- Österreichs Energie. 2020. Netzberechnungen Österreich: Einfluss der Entwicklungen von Elektromobilität und Photovoltaik auf das österreichische Stromnetz.

- Schröder, A., K. Zimmermann. 2014. *Erstellung regionaler Input-Output-Tabellen: Ein Vergleich existierender Ansätze und ihre Anwendung für die deutsche Ostseeküstenregion*. RADOST-Bericht Nr. 33.
- Baaske, W. und Kirchwegger, S. (2021). Ein Ansatz zur Bestimmung regionalwirtschaftlicher Effekte in Österreich – am Beispiel von Maßnahmen der Energiewende im ländlichen Raum. *Österr. Ges. f. Agrarökonomie* (angenommen).
- CIMA (2014): Kaufkraftstrom- und Einzelhandelsstrukturuntersuchung Oberösterreich-Niederbayern. online.
- Flegg, A.T. und Tohmo, T. (2013). Regional input-output tables and the FLQ formula: a case study of Finland. *Regional Studies*, 47, pp. 703–721. <https://doi.org/10.1080/00343404.2011.592138>
- Flegg, A.T. und Tohmo, T. (2016). The regionalization of national input-output tables: A study of South Korean regions. *Pap Reg Sci*. 2019;98:601–620.
- Fritz, O., Streicher, G. und Zakarias, G. (2005). MultiREG – ein multiregionales, multisektorales Prognose- und Analysemodell für Österreich. WIFO.
- Höher, M., Mraz, M. und Strimitzer, M. (2017). Volkswirtschaftliche Bedeutung von Ökostromanlagen auf Basis fester Biomasse in Österreich. AEA, Wien.
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of national input-output tables: Empirical evidence on the use of the FLQ formula. *Regional Studies*, 49, 240–250. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.766318>
- Schröder, A. und Zimmermann, K. (2013). Erstellung regionaler Input-Output-Tabellen. Ein Vergleich existierender Ansätze und ihre Anwendung für die deutsche Ostseeküstenregion. RADOST Bericht Nr. 33, ISSN: 2192-3140.
- Sinabell, F. und Streicher, G. (2020). Die Wertschöpfungskette von Agrargütern und Lebensmitteln in Österreich. Projektendbericht. WIFO.

Statistik Austria (2020). Nutzenergieanalyse für Österreich 1993 – 2019.
Stand 11.12.2020

Sterner, M. (Hrsg.) und Stadler, I. (Hrsg.) (2014). Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. DOI 10.1007/978-3-642-37380-0

Dank

Wir danken folgenden Unternehmen für die Unterstützung in der Befragung:



sowie vielen weiteren Unternehmen der KEM-Region Murtal für ihre Beiträge zum Gelingen des Projekts.
