

# EVALUIERUNG VERGANGENER REGIONALER BEVÖLKERUNGSPROGNOSEN UND KONZEPTION FÜR EINE PROGNOSE AUF EBENE DER ÖSTERREICHISCHEN GEMEINDEN

## PROBLEMSTELLUNG, METHODIK UND ERGEBNISSE

Endbericht

Nicholas Katz, Simon Sarcletti, Eric Kirschner, Andreas Niederl, Beate Friedl, Christina Kaltenegger,  
Marco Frediani, Dominik Janisch

JOANNEUM RESEARCH – POLICIES

Graz, im Oktober 2025

# EVALUIERUNG VERGANGENER REGIONALER BEVÖLKERUNGSPROGNOSEN UND KONZEPTION FÜR EINE PROGNOSE AUF EBENE DER ÖSTERREICHISCHEN GEMEINDEN

## PROBLEMSTELLUNG, METHODIK UND ERGEBNISSE

Endbericht

Nicholas Katz, Simon Sarcletti, Christina Kaltenegger, Eric Kirschner, Andreas Niederl, Beate Friedl, Marco Frediani, Dominik Janisch

JOANNEUM RESEARCH – POLICIES

**JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH**

POLICIES - Institut für Wirtschafts-, Sozial- und Innovationsforschung

### **Büro Graz**

Leonhardstraße 59

8010 Graz, Austria

Tel.: +43-316-876-1561

E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

### **Büro Wien**

Sensengasse 3

1090 Wien, Austria

Tel.: +43-1-581-7520

E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

### **Büro Klagenfurt**

Lakeside B13b

9020 Klagenfurt am Wörthersee

Tel.: +43 316 876-7553

E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

# Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	3
2	PROBLEMSTELLUNG .....	3
2.1	Betrachtung der Raumausstattung.....	4
2.2	Betrachtung von Kohorten und Komponenten .....	11
2.3	Literatur.....	13
2.4	Daten .....	14
3	METHODISCHE VORGEHENSWEISE .....	18
3.1	Einfache Modelle .....	18
3.2	Erweitertes Modell – Hamilton-Perry Methode.....	19
3.3	Komplexere Modelle.....	21
3.4	Auswahlverfahren .....	23
4	ERGEBNISSE.....	25
4.1	Modellauswahl.....	25
4.1.1	... auf Basis der Genauigkeit.....	25
4.1.2	... Auf Basis der Plausibilität .....	27
4.1.3	Ergebnis: Modellempfehlung.....	30
4.2	Ergebnisse für Österreich.....	32
5	MODELL FÜR EINE GEMEINDEPROGNOSE: ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN UND IMPLIKATIONEN .....	35
6	BIBLIOGRAFIE .....	37
7	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS.....	39
	ANHANG.....	40

# 1 Einleitung

Zu den Kernaufgaben der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) zählen die Veröffentlichung von Grundlagendaten für die Raum- und Regionalplanung sowie verschiedene Fachpolitiken. Eine zentrale Datengrundlage sind hier die in unregelmäßigen Abständen bearbeiteten regionalen Bevölkerungsprognosen.

Bevölkerungsprognosen sind ein zentrales Planungsinstrument für Verwaltung, Politik und Wirtschaft. Insbesondere auf regionaler und kommunaler Ebene bieten präzise Bevölkerungsprognosen wertvolle Informationen für die Ausgestaltung der Infrastruktur, die Schul- und Kindergartenplanung, den Wohnbau, sowie für Investitionsentscheidungen.

Das vorliegende Projekt verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele:

Zum einen wurden die kleinräumige Bevölkerungsprognosen aus der Vergangenheit evaluiert, um festzustellen, woher die größten Abweichungen stammen, und was daraus für zukünftige Prognosen gelernt werden kann. Zum anderen wurde eine prototypische Methode für kleinräumige Prognosen entwickelt, um eine fundierte Grundlage für eine zukünftige Gemeindeprognose zu schaffen, welche jedoch einfach anwendbar und günstig umsetzbar ist.

Ziel dieses Berichts ist es, vergangene kleinräumige Prognosen zu evaluieren und mögliche Schlüsse über Stärken und potentielle Schwachstellen zu ziehen, die mögliche Methodik und Datengrundlage einer regionalen Bevölkerungsprognose für die österreichischen Gemeinden darzustellen und die Herausforderungen sowie methodische Überlegungen zu dokumentieren. Die Ergebnisse und das vorgeschlagene Prognosemodell werden in den nachfolgenden Berichtsabschnitten diskutiert. Abschließend werden Implikationen und Handlungsempfehlungen erläutert.

# 2 Problemstellung

Bevölkerungsprognosen dienen als Grundlage für politische Entscheidungen auf allen Verwaltungsebenen. Während nationale Prognosen mit etablierten und validierten Methoden erstellt werden, stellen kleinräumige Prognosen – etwa auf Gemeindeebene – eine besondere Herausforderung dar. Die geringe Bevölkerungszahl, die hohe Volatilität innerhalb einzelner Altersgruppen sowie eingeschränkte Datenverfügbarkeit erschweren die Erstellung robuster Modelle. Dennoch sind kleinräumige Prognosen für die regionale Planung von entscheidender Bedeutung, da sich die demografischen Entwicklungen lokal sehr unterschiedlich zeigen können, etwa zwischen städtischen Wachstumsregionen und ländlichen Gebieten mit größeren demografischen Herausforderungen.

In einem ersten Projektschritt wurde daher versucht, auf Basis einer Evaluierung vergangener Prognoseergebnisse relevante Faktoren für Entwicklungsunterschiede darzustellen. In diesem Bericht wird dabei zwischen „regionaler Raumausstattung“, dynamischen Komponenten und Kohorten unterschieden.

Zudem wurde eine Literaturanalyse durchgeführt, um passende Prognoseverfahren und Datenquellen zu identifizieren.

Grundlegend ist davon auszugehen, dass Bevölkerungsprognosen komplexer werden, da sie stärker von externen, schwer vorhersagbaren Impulsen abhängen. Zudem stellt die künftige budgetäre Lage, gepaart mit einer alternden Bevölkerung, eine Herausforderung für viele Gemeinden dar: Je kleinräumiger valide Einschätzungen zur zukünftigen Entwicklung gemacht werden können, umso besser ist deren Planungsgrundlage.

Diese Prognosen werden jedoch immer stärker von Wanderungsdynamiken geprägt; die natürliche Bevölkerungsveränderung, die Geburtenrate, ist schlicht zu niedrig für eine ausgeglichene demografische Entwicklung. Eine alternde Bevölkerung wird in den kommenden Jahren in vielen Bereichen der öffentlichen Planung eine zentrale Rolle spielen und auch die Zuwanderung wird auf breiter Basis diskutiert – im Zuge des Klimawandels wird sich diese Thematik zudem wohl noch weiter verstärken.

Dazu kommt, dass zunehmende regionale Disparitäten zu beobachten sind, welche sich zwischen, aber auch innerhalb der Bezirke ganz unterschiedlich auswirken.

## 2.1 BETRACHTUNG DER RAUMAUSSATTUNG

In Österreich ist die Wachstumsdynamik im Wesentlichen auf urbane Regionen, das Umland von Stadtzentren und gewisse zentrale Orte beschränkt; peripherere, ländliche Regionen wuchsen in rezenter Vergangenheit deutlich geringer (siehe Tabelle 1). Ein Aspekt der vorliegenden Arbeit ist es daher, Faktoren aufzuzeigen, die diese Dynamik zumindest teilweise erklären können.

Tabelle 1: Wachstumsdynamik nach regionaler Klassifizierung

Code	Name	Zuordnung	Entwicklung der Gesamtbevölkerung 2015-2025
101	Urbane Großzentren	städtisch	9,0%
102	Urbane Mittelzentren	städtisch	7,6%
103	Urbane Kleinzentren	städtisch	7,8%
210	Regionale Zentren, zentral	ländlich	6,7%
220	Regionale Zentren, intermediär	ländlich	3,0%
310	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, zentral	ländlich	7,3%
320	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, intermediär	ländlich	7,9%
330	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, peripher	ländlich	6,0%
410	Ländlicher Raum, zentral	ländlich	4,4%
420	Ländlicher Raum, intermediär	ländlich	0,7%
430	Ländlicher Raum, peripher	ländlich	-1,9%

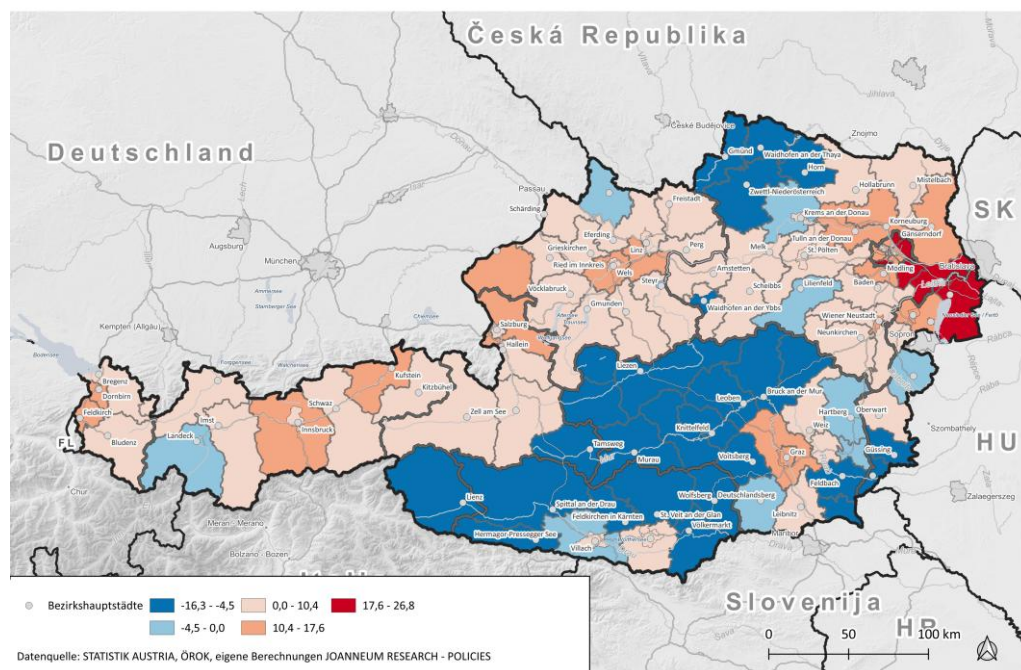
Quelle: Statistik Austria (2025), eigene Berechnungen JR-POLICIES.

Die fortschreitende demografische Entwicklung ist in Österreich keine Besonderheit, sehr viele Industriestaaten wie Japan, Italien und Deutschland sehen sich mit ähnlichen, sogar stärkeren, Entwicklungen konfrontiert. Auch für Nachbarstaaten Österreichs ist diese Entwicklung bereits weit fortgeschritten – was sich aufgrund der starken Arbeitsmarktverflechtung, gerade mit östlichen Nachbarn Österreichs, als weitere große Herausforderung darstellen dürfte. Während weite Teile Österreichs schon jetzt schrumpfende Bevölkerungszahlen aufweisen, wird sich diese Entwicklung in den kommenden Jahren weiter verschärfen. Nach Ergebnissen der kleinräumigen Bevölkerungsprognose der ÖROK (2022) zeigt sich eine

gewisse Wachstumsdynamik nur noch um zentrale urbane Räume. Für die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (20-64) ist dieses Bild zudem noch verhaltener: Eine wirkliche Dynamik entsteht um Wien (vor allem zwischen Wien und Bratislava) und in anderen urbanen Zentren und deren Umland.

Abbildung 1: Kleinräumige Bevölkerungsprognose: Bevölkerungsveränderung gesamt bis 2050

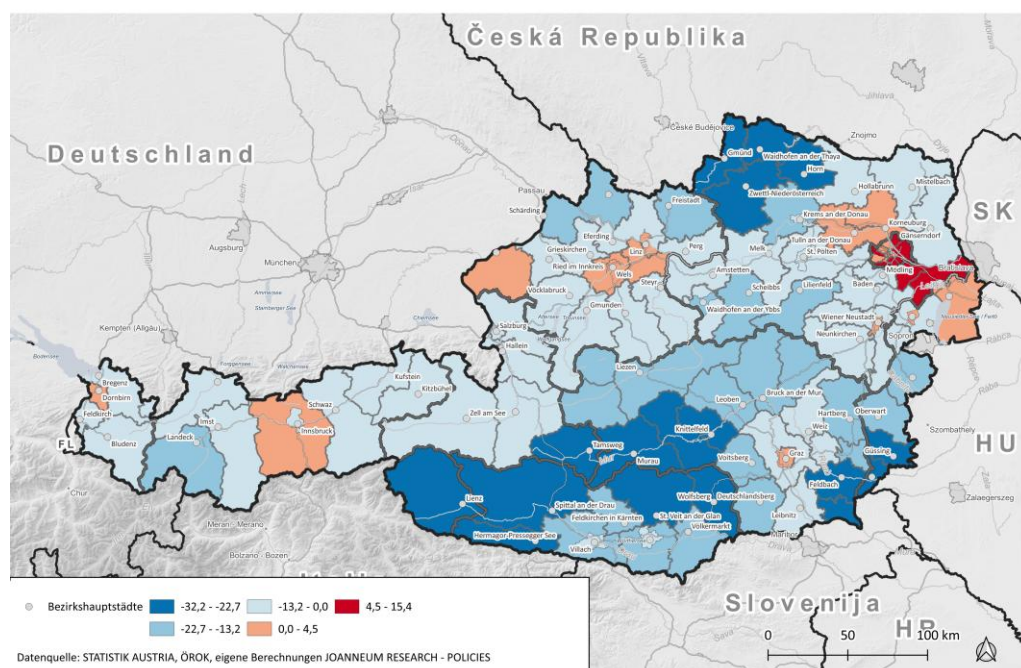
Veränderung der Bevölkerung 2021-2050 in Prozent inkl. Darstellung Bezirkshauptstädte



Quelle: Open Street Map (2025), ÖROK (2022).

Abbildung 2: Kleinräumige Bevölkerungsprognose: Bevölkerungsveränderung 20-64 Jahre bis 2050

Veränderung der Bevölkerung im Alter von 20 bis 64 Jahren: 2021-2050 in Prozent inkl. Darstellung Bezirkshauptstädte



Quelle: Open Street Map (2025), ÖROK (2022).

Für die Raumordnung relevante funktionale Regionen sind vor allem Pendlerregionen, die Einzugsbereiche von zentralen Orten, die Zuständigkeitsgebiete von Infrastruktureinrichtungen und Dienstleistungen sowie kontinuierliche gemeindeübergreifende Kooperationen in unterschiedlichen Themenfeldern. Die Definition funktionaler Räume umfasst zudem unterschiedlichste Konzepte, die sich hinsichtlich der berücksichtigten Indikatoren voneinander unterscheiden. In allen österreichischen Bundesländern werden Zentrale-Orte-Konzepte oder ähnliche Modelle in der Raumplanung angewandt, wenngleich sie unterschiedlich implementiert werden (Mitterer et al. 2016). Ziel der Raumordnungspolitik ist jedoch überall die Gewährleistung von relevanten Dienstleistungen der Daseinsvorsorge in den dafür am besten geeigneten Gemeinden sowie eine Differenzierung nach Zentralitätsgrad der Gemeinden, um die regionalen und überregionalen Bedürfnisse der Bevölkerung möglichst optimal zu erfüllen.

Im Kontext der Daseinsvorsorge spielt jedoch auch die Triangulation von Lebensraum, Wohnraum und Arbeitsraum eine große Rolle, da diese das Leben und damit auch die Entscheidungen der Menschen prägen. Es gilt, funktionale Räume zu identifizieren, die einerseits gemeinsam gewisse zentralörtliche Funktionen erfüllen und andererseits auch einen gewissen Austausch miteinander (Arbeitsort/Wohnort) aufweisen.

Die nachfolgende Abbildung 3 verdeutlicht die Thematik der zentralörtlichen Funktionen und abstrahiert dabei in Bezug auf die räumliche Nähe. Häufig in Anspruch genommene Services wie Nahversorgung und Kinderbetreuung sollten möglichst nahe am Wohnort sein. Das Gleiche gilt für Dienstleistungen für Notfälle (Brandschutz, grundlegende ärztliche Dienste), wo sich eine geografische Nähe positiv auf die Responsezeiten auswirkt. Höherrangige Funktionen werden naturgemäß nur in größeren Stadtregionen angeboten (große Museen, Hochschulen, Landeskrankenhäuser). Um auch an diesen Funktionen teilhaben zu können, kommt der Mobilität eine hohe Bedeutung zu – in Österreich spielt dabei die individuelle Mobilität nach wie vor eine zentrale Rolle, der öffentliche Verkehr ist außerhalb von Zentralräumen oftmals keine kompetitive Option. Um schließlich als Arbeitsmarktregion Bestand zu haben, brauchen Regionen außerdem die Verfügbarkeit von ausreichend Fachkräften und hochrangiger Infrastruktur – auch in diesem Punkt sind Stadt- und Achsenregionen gegenüber peripheren Regionen im klaren Vorteil.

Abbildung 3: Daseinsvorsorge aus einer regionalen Perspektive



Quelle: eigene Darstellung JR-POLICIES angelehnt an Dehne (2019).

Dehne (2019) leitet zwei wichtige Befunde aus der Daseinsvorsorge ab: Zum einen bestimmt sie für den/die Einzelne:n ganz wesentlich die Rahmenbedingungen zum Leben, Chancen zur Selbstverwirklichung und Lebensqualität. Zum anderen beeinflusst die Qualität der Daseinsvorsorge ebenso wesentlich die Standortqualität und damit die Zukunftschancen eines Ortes oder einer Region im interkommunalen Vergleich. Können gewisse Versorgungsfunktionen innerhalb einer Region nicht in Anspruch genommen werden, schwächt das deren regionale Bedeutung, was zu einem Rückgang der Bevölkerung und einer damit einhergehenden Abwärtsspirale führen kann. Diese Standortfunktionen sind zentral für die Demografie, das Wanderungsverhalten und die Motive für ein Bleiben, Gehen und (Zurück-) Kommen.

Ebenso wie der Begriff Daseinsvorsorge kann auch die Bezeichnung des funktionalen Raumes nicht mittels einer allgemeingültigen Definition erläutert werden. Vielmehr gibt es unterschiedlichste Klassifikationen funktionaler Räume, welche sich mithilfe von verschiedenen Indikatoren abgrenzen lassen. Folgende Klassifikationen funktionaler Räume können beispielhaft angeführt werden:

- Räume mit (über-)regionaler Versorgungsfunktion
- Arbeitsmarktregionen
- Bildungsstandorte
- Gliederung nach Urban-Rural-Typologie
- Wachstumsregionen und Schrumpfungregionen
- Typisierung nach Erreichbarkeiten mit dem öffentlichen sowie dem motorisierten Individualverkehr

Neben Standortfaktoren ist auch die Entwicklungsdynamik in den Regionen eine relevante Betrachtungskomponente, vor allem vor dem Hintergrund der heterogenen demografischen Entwicklung (in Vergangenheit und Prognose), wobei diese mit Elementen der Raumausstattung durchaus korrelieren.

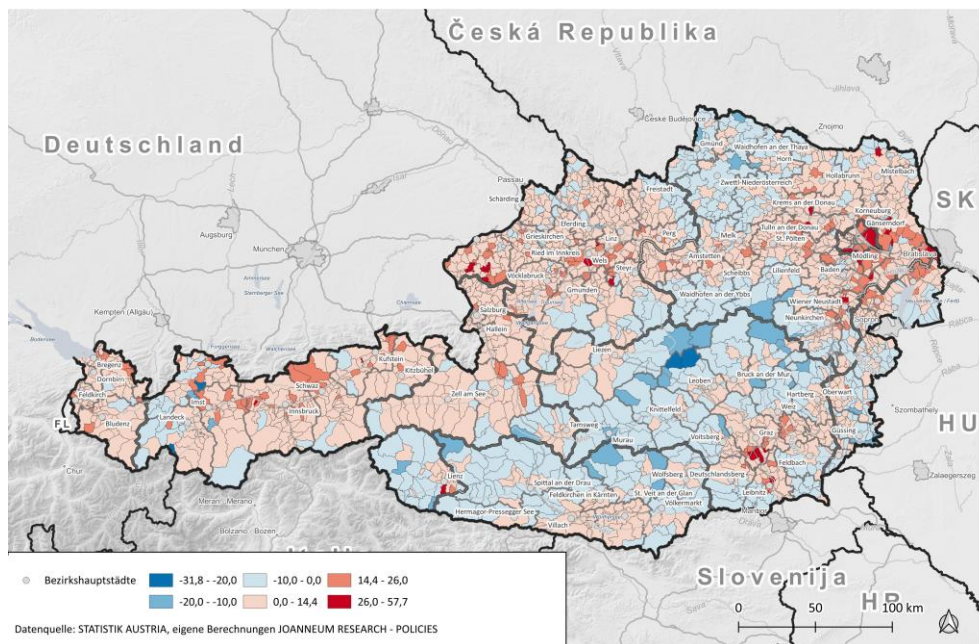
In vielen Teilen Österreichs kam es in der Vergangenheit zu Bevölkerungsrückgängen (was sich in naher Zukunft verstärkt zeigen wird). Regionale Zentren sind dabei zumindest Stabilisatoren in Regionen mit Bevölkerungsrückgang (ÖROK, 2018). Im unmittelbaren Einzugsbereich dieser regionalen Zentren war ein deutlich positiveres Wachstumsgeschehen zu beobachten als in peripheren Gemeinden desselben Bezirks – wobei hier auch die Bedeutung von funktionalen Räumen über politischen Grenzen hervorgehoben werden muss.

Die Bezirkshauptstädte sind nach Christaller (1940) zentrale Orte höherer Hierarchiestufen und weisen so per Definition Ausstattungsmerkmale auf, die den zentralen Orten niedrigerer Hierarchiestufe fehlen (z. B. bestimmte Versorgungs-, Verwaltungs- und Dienstleistungsfunktionen). Eine Bezirkshauptstadt weist damit einen Bedeutungsüberschuss für das sie umgebende Ergänzungsgebiet auf.



Abbildung 4: Bevölkerungsentwicklung und regionale Zentren

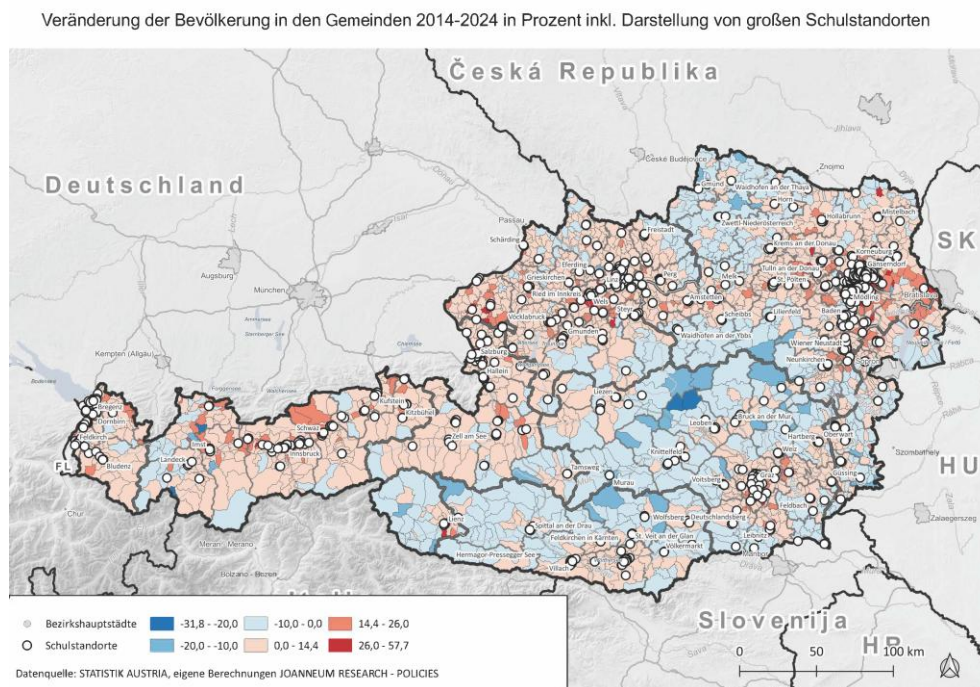
Veränderung der Bevölkerung in den Gemeinden 2014-2024 in Prozent inkl. Darstellung Bezirkshauptstädte



Quelle: Open Street Map (2025), Statistik Austria (2025).

Ein weiterer zentraler Punkt, gerade für Stadtumland-Gemeinden und den dichter besiedelten ländlichen Raum, sind Schulstandorte. Die öffentliche Verkehrsplanung berücksichtigt die Erreichbarkeit dieser Standorte und gerade innerhalb der mobilsten Altersklassen der 20- bis 40-Jährigen spielt diese Komponente eine entscheidende Rolle für Binnenwanderung und Wohnortwahl. Für die nachfolgende Abbildung 5 wurden Daten des Schulatlas verwendet, wobei nur Schulen mit einer Gesamtanzahl an Schülerinnen und Schülern von über 250 ausgewiesen werden, um große Schulstandorte zu definieren.

Abbildung 5: Bevölkerungsentwicklung und wichtige Schulstandorte



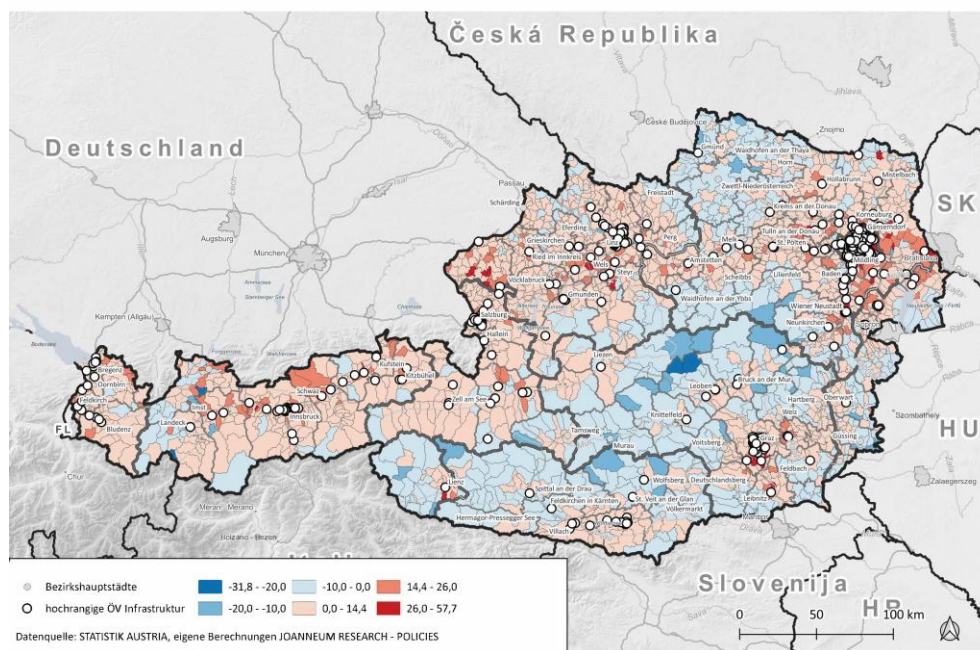
Quelle: Open Street Map (2025), Schulatlas - Statistik Austria (2025).

Klar im Zusammenhang mit regionalen Zentren und Schulstandorten stehen auch die Knotenpunkte hochrangiger öffentlicher Infrastruktur. Gute Erreichbarkeit, vor allem mit dem öffentlichen Verkehr, wirkt in den Gemeinden wachstumsfördernd oder zumindest stabilisierend. Hier muss jedoch auch die kausale Beziehung zumindest angemerkt werden, da sich Infrastrukturprojekte natürlich auch stark auf Wachstumsregionen konzentrieren und an topografischen Gegebenheiten orientieren.

Als hochrangige Infrastruktur wurde für die vorliegende Betrachtung eine strikte Definition gewählt, wobei die Kategorien 1 und 2 nach der Erreichbarkeitsanalyse der ÖROK ausgewählt wurden. Nach der Methodik der ÖV-Güteklassen sind diese wie folgt definiert: „Die Haltestellentypen werden aus den an der Haltestelle haltenden Verkehrsmittelkategorien abgeleitet. Dabei bestimmt die Verkehrsmittelkategorie der höchsten Hierarchiestufe den Haltestellentyp.“ (ÖROK, 2024). Zusätzlich werden Intervallbetrachtungen der Abfahrten durchgeführt. Aus der Kombination von Intervallklassen und Haltestellentypen werden die Haltestellenkategorien gebildet. „Insgesamt wurden acht Haltestellenkategorien (I–VIII) eingeführt, die die Qualitätsunterschiede der Haltestellen nach Intervall und höchster Verkehrsmittelkategorie beschreiben. Die Festlegung der Haltestellenkategorien erfolgte nach dem Grundsatz einer ausreichenden Differenzierung sowohl im städtischen als auch im ländlichen Bereich. Dabei wird die höhere Bedeutung des Busses im Stadtumland und im ländlichen Raum durch eine Angleichung der Haltestellenkategorie zu Straßenbahn/O-Bus ab der Intervallklasse  $5 \leq x \leq 10$  min vorgenommen. Daraus ergibt sich das Konzept der Haltestellenkategorien.“ (ÖROK, 2024) Die Haltestellen der Kategorie 1 und 2 werden sehr häufig von Fernverkehr, Regionalexpress, S-Bahn, U-Bahn, Regionalbahn, Schnellbus und Lokalbahn sowie Straßenbahnen, Metrobussen und O-Bussen angefahren – für eine genauere Beschreibung sei an dieser Stelle auf Tabelle 1 (Seite 12) des ÖROK-Berichts verwiesen.

Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung und wichtige hochrangige ÖV-Infrastruktur

Veränderung der Bevölkerung in den Gemeinden 2014-2024 in Prozent inkl. Darstellung von hochrangiger ÖV Infrastruktur



Quelle: Open Street Map (2025), Statistik Austria (2025).

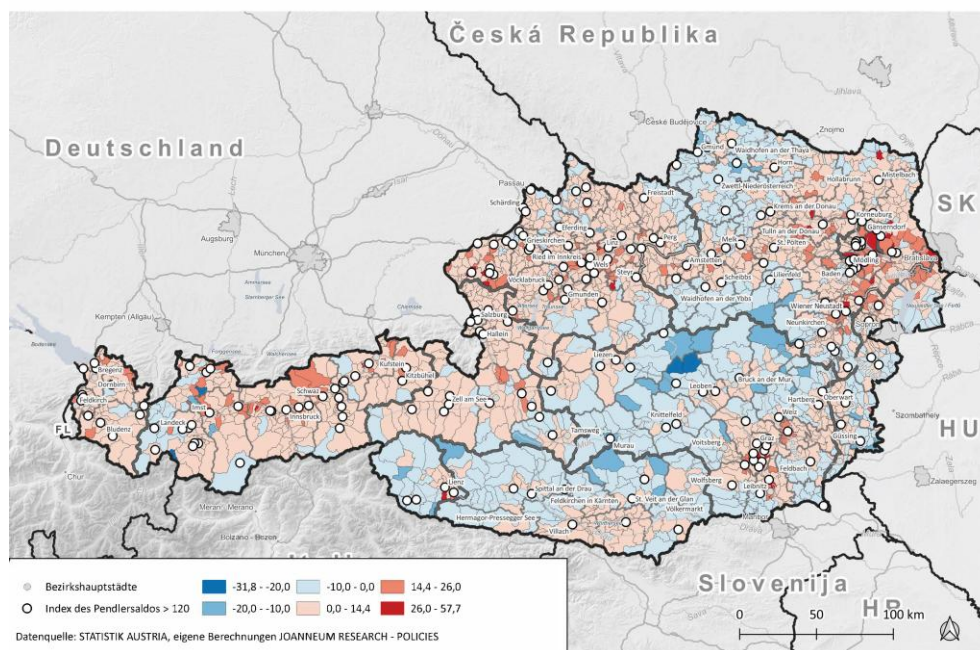
Natürlich spielt auch die Verfügbarkeit von (gut bezahlten) Arbeitsplätzen und deren Erreichbarkeit in einer Region eine wesentliche Rolle. Hier ist die Dynamik hingegen weniger offensichtlich gegeben, da die Pendelbereitschaft bei gut bezahlten Berufen durchaus hoch ist. So gibt es beispielsweise gerade in Gemeinden der stark industrialisierten Hochsteiermark viele, auch gut bezahlte, Arbeitsplätze, was sich jedoch nur bedingt auf die Wachstumsdynamik dieser Gemeinden auswirkt, denn es wird auch aus Gemeinden im Umkreis eingependelt, welche sich unter Umständen wesentlich positiver entwickeln als die Arbeitsmarktgemeinde selbst. Zudem ist die demografische Entwicklung in dieser Region schon weit fortgeschritten, wodurch sich die positive Wirkung von Arbeitsplätzen unter Umständen nicht durch Wachstum, sondern nur durch eine „stabilisierende Wirkung“ bemerkbar macht. Als striktes Kriterium wurde für diese Darstellung ein Index des Pendlersaldos in den Gemeinden von über 120 ausgewählt.

Einzelne Merkmale der Raumausstattung können somit auf das Bevölkerungswachstum durchaus fördernd oder hemmend wirken, was für die Regionalplanung, aber auch für die Annahmenfindung von kleinräumigen Bevölkerungsprognosen von Interesse sein kann (etwa über Strukturgleichungen, Regressionsmodelle oder Clusteranalysen).



Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung und Arbeitsregionen (mit stark positivem Pendlersaldo)

Veränderung der Bevölkerung in den Gemeinden 2014-2024 in Prozent inkl. Darstellung von Arbeitsmarktreionen



Quelle: Open Street Map (2025), Statistik Austria (2025).

## 2.2 BETRACHTUNG VON KOHORTEN UND KOMPONENTEN

Die Raumausstattung ist ein wesentlicher Faktor für das Entwicklungspotential einer Gemeinde, ein weiterer zentraler Punkt sind jedoch die Komponenten des Bevölkerungswachstums sowie die einzelnen Alterskohorten, denn diese werfen durchaus unterschiedliche Herausforderungen für die einzelnen Regionen auf. Dies ist insbesondere relevant, da Prognosen wie etwa die kleinräumige Bevölkerungsprognose der ÖROK oder vergangene Prognosen der Statistik Austria mit Kohorten-Komponenten-Modellen berechnet wurden.

Zu den Komponenten zählen natürliche Bevölkerungsbewegungen (Geburten und Sterbefälle) sowie Wanderungsbewegungen (Binnenwanderungen und Außenwanderungen). Während natürliche Bewegungen stabile Entwicklungen aufweisen, sind Wanderungsbewegungen stark exogene Faktoren, welche unbeständig und schwerer vorhersehbar sind. Außenwanderungsbewegungen werden oft von Katastrophen und Krisen beeinflusst, während Binnenwanderungen (gerade auf Gemeindeebene) von kleinen lokalen Gegebenheiten beeinflusst werden können (Arbeitsplätze, Schaffung von Wohnraum, Bau von Infrastrukturprojekten etc.).

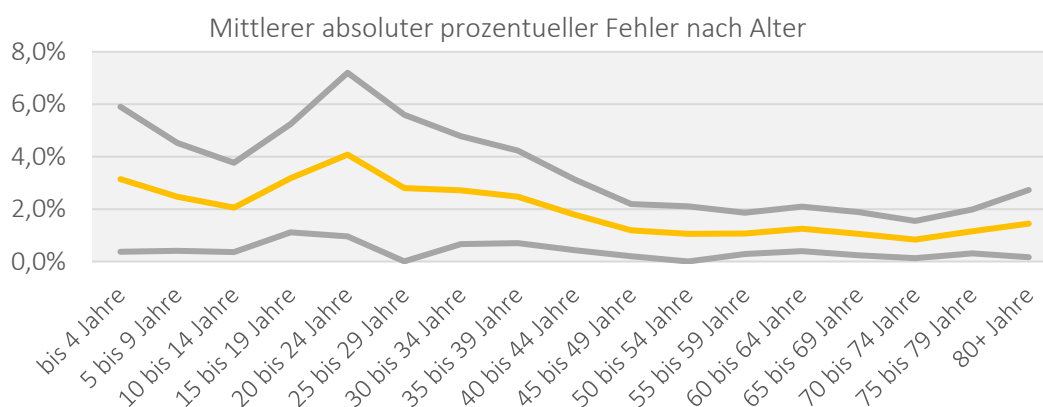
Relevant für die Außenwanderungen waren in zeitlicher Nähe zur letzten kleinräumigen Prognose zwei durchaus einschneidende globale Ereignisse: Zum einen kam es 2015 zu starken Migrationsbewegungen nach Österreich, welche durch den Krieg in Syrien sowie den Ausläufern des arabischen Frühlings ausgelöst wurden. Zum anderen kam es im Zuge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine zu massiven Fluchtbewegungen, insbesondere von Frauen und Kindern. Diese Schocks können von einer Prognose nicht oder nur bedingt vorhergesagt werden, und wurden für die Evaluierung der Prognosen unter bestimmten Annahmen herausgerechnet, wodurch sich eine relativ gute Passgenauigkeit der Prognose aus

dem Jahr 2021 darstellen lässt. Für Gesamtösterreich ergibt sich für das Jahr 2025 so ein Unterschied zu den tatsächlichen Bevölkerungszahlen von 0,4 % gegenüber 1,3 % ohne Korrektur (wobei gerade die Verteilung des regionalen Wachstums der Wiener Bezirke durchaus schlechter funktionierte).

Für den Vergleich der Prognosen mit der tatsächlichen Entwicklung für die vergangenen kleinräumigen Prognosen wurde dem Auftraggeber ein interaktives Tabellentool zur Verfügung gestellt, welches sowohl die Gesamtentwicklungen als auch die Entwicklungen nach groben Alterskategorien („bis 19 Jahre“, „20 bis 64 Jahre“ sowie „über 65 Jahre“) von den Prognosen 2014, 2018 und 2021 mit den tatsächlichen Entwicklungen vergleicht. Eine kurze Darstellung inkl. Erläuterung findet sich im Anhang.

Doch nicht nur die Außenwanderungen stellen für Prognosen gewisse Probleme dar, auch Binnenwanderungen erweisen sich durchaus als schwer prognostizierbar. Aus der Literatur lässt sich bei Vergleichen nach Alterskohorten oftmals ein größerer Prognosefehler in den Altersklassen der 16 bis 35-jährigen erkennen (Baker et al., 2024), was sich mit dem Haushalts- und Familienbildungsprozess in diesen Lebensphasen begründen lässt (Pestel Institut, 2023). Auch bei einem Vergleich der letzten ÖROK-Prognose mit der tatsächlichen Entwicklung (für das Jahr 2024) zeigt sich ein ähnliches Bild.

Abbildung 8: Prognosefehler nach Alterskohorten für das Jahr 2024



Quelle: eigene Berechnungen JR-POLICIES.

Neben der höheren Fluktuation in diesen Altersgruppen kommt es hier auch regional zu schwer vorhersehbaren Umbrüchen. So können sich Infrastrukturmaßnahmen, aber auch einzelne Wohnbauprojekte, auf das Wachstum der Gemeinden auswirken. Dabei kann es durchaus zu Konkurrenzeffekten kommen, wenn etwa junge Familien in Wiener Flächenbezirken neuen Wohnraum beziehen, während diese zuvor vielleicht eher in das städtische Umland gezogen wären.

Als konkretes Beispiel für die letzte Prognosegeneration kann hier der starke Ausbau an Wohnraum in den Wiener Flächenbezirken, besonders im 22., gesehen werden. In den Wiener Flächenbezirken war das Wachstum in den vergangenen Jahren wesentlich höher als dies von der Bezirksprognose dargestellt wurde, gleichzeitig fiel das Wachstum in den Innenstadtbezirken sowie in einigen umliegenden niederösterreichischen Bezirken geringer aus als durch die Prognoseergebnisse zu erwarten war, was in einer gewissen Form als Trendänderung im Wanderungsprozess interpretiert werden kann.

Zukünftige Prognosen stehen daher in Bezug auf die beiden Wanderungskomponenten vor großen Herausforderungen, weshalb eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Verfahren zu empfehlen wäre, etwa das Arbeiten mit Szenarien oder das Abhalten von Expertenworkshops zum Thema Wanderungen.

## 2.3 LITERATUR

Auch in der Literatur wird auf die Bedeutung von externen Schocks und auf die dynamischen Alterskohorten hingewiesen, welche den meisten Methoden inhärent sind. Dennoch zeigt die Literatur eine breite Vielfalt an Methoden zur Erstellung kleinräumiger Bevölkerungsprognosen auf. Siehe z. B. Wilson (2022) für einen breiten Überblick.

Ein zentrales Ergebnis ist, dass kein universell bestes Modell existiert, da die Anforderungen stark von den jeweiligen Daten und regionalen Gegebenheiten abhängen. In der Praxis kommen häufig einfache Extrapolationsmodelle, das Hamilton-Perry-Modell, sowie zunehmend komplexe Machine-Learning-Ansätze wie Long-Short Term Memory- oder Transformer-basierte Modelle zum Einsatz. Viele Studien beschäftigen sich auch mit der Frage, wie kleinräumige Prognosen plausibel an übergeordnete, unabhängige Prognosen – etwa auf Bezirks- oder Landesebene – angepasst werden können. Eine vertiefte Darstellung der relevanten Literatur folgt im entsprechenden Kapitel.

In Österreich wird die Bevölkerungsprognose auf Ebene des Bundes und der Länder von Statistik Austria erstellt. Hierbei kam bis 2022 ein Kohorten-Komponenten Modell zum Einsatz. Das Kohorten-Komponenten Modell bildet allerdings keinerlei Heterogenität bzw. individuelle Charakteristiken oder Entscheidungen ab – etwa die Entscheidung, zu studieren oder nicht. Die Statistik Austria wechselte mit 2023 zur Methode der Mikrosimulation (Pohl et al. 2025). In dieser agentenbasierten Methode wird jede Person als einzelner individueller Agent modelliert. Jedes Individuum trifft eigene Entscheidungen, z.B. ob es umzieht, oder ein Kind gebärt oder auch ob es stirbt. Die Individuen werden schließlich aggregiert, um regionale Ergebnisse darzustellen.

Beide Methoden benötigen Annahmen über die (zukünftigen) demographischen Indikatoren wie Fertilität oder Migration. Je kleinräumiger die Prognose wird, desto schwieriger ist es, diese datenseitigen Voraussetzungen zu erfüllen (Wilson 2015). Wilson (2015) vergleicht daher einige simple Zeitreihenmodelle. Er führt einen Modellvergleich für australische, neuseeländische und britische Regionen durch. Das “Constant Share of Growth with positive shares only” Modell sowie das “Constant Share of Population Modell” schneiden dabei in seiner Analyse am besten ab.

Hamilton und Perry (1962) beschrieben ein vereinfachtes Kohorten-Komponenten Modell. Sie schlagen ein Modell vor, das die Mortalitäts- und Migrationseffekte des Kohorten-Komponenten-Modells in einer einzelnen Variable zusammenfasst, dem Kohorten-Veränderungs-Verhältnis (*Cohort-Change-Ratio CCR*). Somit werden keine anderen Daten als die Bevölkerungszahl nach Kohorten benötigt. Swanson et al. (2010) verwenden dieses Modell etwa um die Bevölkerung in Clark County, Nevada, zu prognostizieren. Auch Hauer (2017) und Wilson (2016) verwenden dieses Modell.

Mit der Verbreitung von neuronalen Netzen in vielen Bereichen des Forecastings finden diese auch im Bereich der kleinräumigen Bevölkerungsprognose zunehmend Anwendung. Grossman et al. (2023) verwenden einen Ansatz, der auf der Long-Short Term Memory (LSTM) (Hochreiter & Schmidhuber 1997)

Architektur beruht. In dieser Beobachtung erzielte das LSTM-Modell eine genauere Vorhersage für weiter in der Zukunft liegende Jahre und für Regionen mit einem Bevölkerungsstand von mehr als 5.000. Für kleinere Gebiete empfehlen Grossman et al. (2023) einfache, extrapolierende Modelle, wie etwa das LINEXP-Modell (siehe Abschnitt 3.1).

Eine grundlegend andere Architektur verwenden Alghanmi et al. (2024). Sie testen einen modifizierten Temporal Fusion Transformer (Lim et al. 2021), der auf der Transformer-Architektur (Vaswani et al. 2017) beruht. Dieses Modell kann mehrere Zeitreihen sowie zusätzliche erklärende Variablen gleichzeitig verarbeiten. Es werden also nicht nur die Zeitreiheninformationen, sondern auch Querschnittsabhängigkeiten betrachtet. Alghanmi et al. (2024) empfehlen die Verwendung dieses Modells für kleinräumige Bevölkerungsvorhersagen für Australien, Neuseeland, Kanada und das Vereinigte Königreich.

Oftmals sollen die Vorhersagen der kleinräumigen Bevölkerung mit bereits bestehenden Prognosen auf höherer geografischer Ebene übereinstimmen. Hier wird also ein Balancing durchgeführt, welches anhand von vorgegebenen Ergebnissen auf anderen Aggregationsebenen für eine Additivität der Ergebnisse sorgt. Grossman et al. (2023), Chen et al. (2020), Wilson (2016) und Hauer (2017) passen etwa die initialen Vorhersagen proportional an die gegebenen Randsummen aus anderen Quellen an. Während dieser Anpassungsprozess im eindimensionalen Fall einfach umzusetzen ist, ist dafür im Mehrdimensionalen der G(RAS)-Algorithmus (Generalized RAS, Stone (1961), Junius & Oosterhaven (2003), Lenzen et al. (2007), Temurshoev et al. (2013)) das Mittel der Wahl. Dieser Algorithmus konvergiert typischerweise schnell, er ist aber stark von den Startwerten abhängig. Während (G)RAS eine exakte Definition der Zeilen- und Spaltensummen voraussetzt, erlaubt der Generalized Cross Entropy Algorithmus (Fernandez-Vazquez 2016) eine flexiblere Definition der Zeilen- oder Spaltensumme. Zudem können mehrere Startwerte sowie ein Prior dem Algorithmus über diese Summen übergeben werden. Daraus ergibt sich allerdings ein langsames Konvergenzverhalten.

Grundsätzlich wurden für das vorliegende Projekt eine Reihe von Ansätzen aus der Literatur ausgewählt, implementiert und getestet, wobei die Methoden in Kapitel 3 kurz dargestellt werden.

## 2.4 DATEN

Die in diesem Projekt getesteten Prognosemethoden stützen sich auf umfangreiche historische Bevölkerungsdaten auf Gemeindeebene für den Zeitraum 2002 bis 2024 bzw. 2025. Die aktuellsten Bevölkerungsdaten mit dem Stichtag 01.01.2025 wurden Anfang Juni 2025 veröffentlicht, somit während der Projektlaufzeit. Für einen Teil der Analyse werden daher die Daten bis inklusive 2024 verwendet. Die letztlich vorgeschlagene Prognose und entsprechende Ergebnisse für einen Prototyp der Gemeindeprognose wird auf Basis der Daten bis inklusive 2025 erstellt. Somit ist 2026 das erste Prognosejahr. Die Bevölkerung wird dabei nach Alterskohorten und Geschlecht (weiblich/männlich) differenziert. Die Altersgruppen stellen dabei stilisierte Lebensabschnitte dar:

- 0-4, 5-9: Kleinkind, Volksschule
- 10-14, 15-19: Teenager-Alter und Sekundarstufe
- 20-24, 25-29: junger Erwachsene, Selbstfindung und Studium, aber auch bereits Haushaltsbildung (etwa bei Lehrlingen)
- 30-34, 35-39, 40-44: Haushaltsbildung und Familiengründung

- 45-49, 50-54: Konsolidierungsphase
- 55-59, 60-64: Auszug der Kinder, potentielle Scheidungen und Single-Haushalte
- 65-69, 70-74: Pension in Selbstversorgung
- 75+: Pension mit zunehmender Wahrscheinlichkeit in Anstalten/mit Haushaltshilfe

Österreich war mit Stichtag 1.1.2024 in 2.092 Gemeinden exklusive Wien unterteilt. Wien wurde auf Ebene der 23 Gemeindebezirke, welche selbst keine Gemeinde darstellen, betrachtet. Somit umfasst die Analyse insgesamt 2.115 Gemeinden und Gemeindebezirke. Im Weiteren wird von diesen als Gemeinde gesprochen. Am 1. Jänner 2025 wurden die Gemeinden Fürstenfeld und Söchau fusioniert. Diese Prognose stützt sich dennoch auf den Gebietsstand von 1.1.2024.

Tabelle 2 stellt beschreibende Statistiken der Bevölkerung in den Gemeinden am 1.1.2024 dar. Im Mittel leben 4.071 Menschen in einer Gemeinde, allerdings beträgt der Median 1.750. Es gibt also wenige große Gemeinden und viele kleine. Rund die Hälfte der Gemeinden hat weniger als 2.000 Einwohner:innen. Die kleinste Gemeinde mit 1.1.2024 war Gramais in Tirol mit 45 Einwohner:innen. Dadurch ergibt sich das Problem, dass in vielen kleinen Gemeinden die unterschiedlichen Kohorten oft nur sehr dünn besetzt sind. Kleine Kohorten können starke relative Schwankungen aufweisen. Diese hohe Volatilität kann zu Schwierigkeiten im Prognoseprozess führen. Um die hohe Volatilität auszugleichen, wurden die einzelnen Zeitreihen unter der Verwendung verschiedener Techniken (Moving Average, Exponential Smoothing) geglättet. Durch die Gewichtung der Zeitreihenwerte mit einem Glättungsfaktor werden starke Ausschläge einzelner beobachteter Werte auf der geschätzten Zeitreihe verteilt, um stabilere Ergebnisse zu erhalten.

*Tabelle 2: Überblick über die Verteilung der Bevölkerung in den Gemeinden (Stichtag: 1.1.2024)*

Bevölkerungsmedian	1.750
Bevölkerungsmittel	4.071
<i>Anzahl der Gemeinden nach Bevölkerungsgröße</i>	
0-500	109
501-1.000	298
1.001-2.000	723
2.001-5.000	687
5.001-20.000	249
20.001-50.000	23
≥ 50.001	26

*Quelle: Statistik Austria*

Insgesamt ergeben sich dadurch 2.115 Gemeinden mit jeweils 16 Bevölkerungsgruppen, was zu 33.840 Bevölkerungszeitreihen führt, die simultan betrachtet und prognostiziert werden. Wenn Menschen eine Gemeinde in einem Jahr verlassen, sterben sie oder ziehen in eine andere Gemeinde oder ins Ausland. Das vorliegende Prognoseproblem kann man als ein Panel-Daten-Problem betrachten, da die einzelnen Gemeindebevölkerungen voneinander sowie von ihrer vergangenen Bevölkerungsentwicklung abhängig sind – es ist anzunehmen, dass klar wachsende Gemeinden weiterhin wachsen werden, etwa weil sie



Wohnraum bieten und in der Umgebung einer Gemeinde mit vielen potenziellen Arbeitsplätzen liegen. Eine Persistenz der Trends ist im Allgemeinen in dieser Prognose anzunehmen.

Zusätzlich werden folgende ergänzende Datenquellen von Statistik Austria, ÖROK-Atlas und dem Energiemosaik<sup>1</sup> herangezogen:

- Prognosen auf Bezirksebene (ÖROK 2022) zur Sicherstellung der Konsistenz auf höheren Aggregationsebenen.
- Strukturdaten der Gemeinden, wie z. B. Pendlerbilanzen, Verkehrserschließung, Anteil älterer Bevölkerung, durchschnittliches Einkommen und Urbanitätsgrad.
- Daten zur regionalen Infrastruktur, etwa die Anbindung an den öffentlichen Verkehr und das Vorhandensein großer Schulen.

Diese Variablen sowie deren Korrelation untereinander und mit dem 10-Jahres-Bevölkerungstrend auf Gemeindeebene werden in Abbildung 9 dargestellt. „Nachbar“ bezieht sich dabei schlicht auf eine angrenzende Gemeinde.

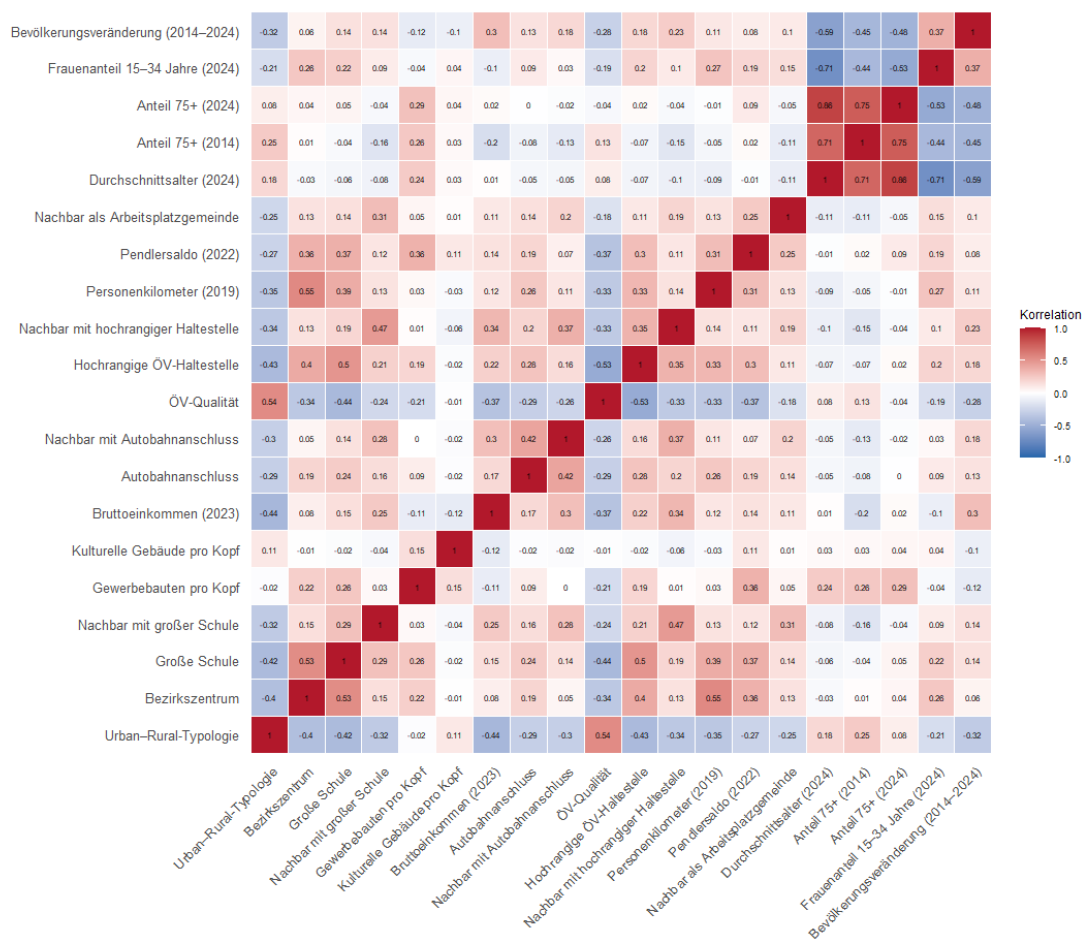
Personenkilometer wurden dem Energiemosaik entnommen (Abart-Herisz et al., 2020):

*„Die Zuordnung der Verkehrsleistungen (gefahrenen Kilometer) zu den Gemeinden beruht im Energiemosaik Austria auf einem nutzungsbezogenen Ansatz, wonach alle raumgebundenen Nutzungen Verkehr erzeugen: Jede Gemeinde wird als Wohnort, als Arbeits- und Schulort, als Standort kundenorientierter Dienstleistungen (z.B. Handelseinrichtungen) sowie als Produktionsstandort betrachtet. Dabei werden die Verkehrsleistungen im Allgemeinen dem Zielort eines Weges abhängig vom Wegezweck zugeordnet: Alltägliche Wege zum Arbeitsplatz, zur Schule oder zu Dienstleistungseinrichtungen werden jenen Gemeinden zugeordnet, in denen sich die betreffende Nutzung (Arbeitsplatz, Schule, Geschäft, ...) befindet. Wege nach Hause werden der Wohngemeinde angerechnet.“*

---

<sup>1</sup> Das Energiemosaik Austria stellt den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen aller österreichischen Städte und Gemeinden detailliert dar und liefert zusätzliche Daten welche von Statistik Austria, AMA, diversen Ministerien u.a. zusammengefasst wurden (Abart-Herisz et al., 2020).

Abbildung 9: Übersicht über die ergänzenden Daten und deren Korrelation mit dem 10-Jahres-Bevölkerungstrend



Quelle: Eigene Darstellung JR-Policies

Manche Modelle greifen auf diese Strukturdaten zurück, während andere Modelle nur mit der Bevölkerungszeitreihe arbeiten. Strukturdaten wurden jedoch jedenfalls für die Evaluierung und die Plausibilitätschecks herangezogen.

### 3 Methodische Vorgehensweise

Das vorliegende Kapitel beschreibt die technische Vorgehensweise bei der Wahl des Modells für die Bevölkerungsprognose auf Gemeindeebene. Die Auswahl eines geeigneten Prognosemodells für kleinräumige Bevölkerungsentwicklungen erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen Komplexität, Datenverfügbarkeit und Prognosegüte. In diesem Bericht werden drei Modellgruppen betrachtet: Einfache, erweiterte und komplexe Modelle. Die Bewertung erfolgt anhand von Genauigkeitsmetriken, Nutzbarkeit für den Endanwender sowie einer Plausibilitätsprüfung.

#### 3.1 EINFACHE MODELLE

Einfache Modelle sind besonders für kleinräumige Prognosen relevant, da sie mit wenigen Daten auskommen, vielfach erprobt und in der Fachliteratur ausführlich dokumentiert sind. Sie kommen insbesondere im Forschungsbereich Small Area Forecasts zur Anwendung (siehe z.B. Wilson (2015) und Wilson et al. (2022)). Diese Modelle stellen auch Benchmarkresultate für erweiterte Analysen dar. Die folgenden Modelle werden dabei berücksichtigt (vgl. Wilson 2015):

##### **Lineares/Exponentielles Modell (LINEXP)**

Dieses Modell extrapoliert den Trend der Vergangenheit. Wachsende Gemeinden werden linear fortgeschrieben, während schrumpfende Gemeinden exponentiell abnehmen. Dies stellt sicher, dass die prognostizierte Bevölkerung niemals negativ wird. Die Länge der Basisperiode, anhand derer die Stärke des Trends bestimmt wird, muss allerdings exogen definiert werden. Sie stellt somit einen Hyperparameter dar.

##### **Constant Share of Population (CSP)**

Das CSP-Modell geht davon aus, dass der Bevölkerungsanteil einer Gemeinde oder einer anderen kleinen Gebietseinheit an der Bezirksbevölkerung bzw. der Bevölkerung einer größeren Gebietseinheit über den Vorhersagehorizont konstant bleibt. Die Entwicklung der Bezirksbevölkerung wird aus einer unabhängigen Prognose übernommen. Daher erlaubt das Modell den Gemeinden nicht, eine eigene Dynamik zu entwickeln. Die Gemeinden weisen in der Prognose dieselbe Dynamik auf wie der Bezirk bzw. die größere Gebietseinheit.

##### **Variable Share of Growth (VSG)**

Im VSG-Modell kann jede Gemeinde eigene Wachstumsdynamiken entwickeln. Zuerst wird mit dem LINEXP-Modell eine initiale Prognose erstellt. Die Differenz zur übergeordneten Prognose wird dann proportional auf die Gemeinden verteilt.

##### **CSP-VSG Modell (Ensemble-Modell)**

Hierbei handelt es sich um das arithmetische Mittel der Prognosen des CSP- und des VSG-Modells. Ensemble-Ansätze haben sich in der Literatur als robust erwiesen (siehe Wilson (2016) und Grossman et al. (2023)), da sie einzelne Modellschwächen ausgleichen können.

### 3.2 ERWEITERTES MODELL – HAMILTON-PERRY METHODE

Das Hamilton-Perry-Modell basiert auf den beobachteten Kohortenübergängen in der Vergangenheit und erfordert nur Daten zu zwei Zeitpunkten über die Bevölkerung in verschiedenen Alterskohorten. Es gilt als pragmatische Alternative zum komplexeren Kohorten-Komponenten-Modell, insbesondere bei eingeschränkter Datenverfügbarkeit auf Gemeindeebene. Für die jüngsten Altersgruppen wird ergänzend der Kinder-Frauen-Quotient berücksichtigt.

*Beispiel:*

*Wenn das Wachstum in einer Zeitreihe in der Basisperiode positiv war, erfolgt eine Projektion mit der Cohort Change Difference (siehe erstes Beispiel), war hingegen das Wachstum negativ, verwendet man die Cohort Change Ratio (siehe zweites Beispiel). Besteht die Kohorte männlich 0-9 Jahre alt aus 736 Menschen im Jahr 2020 und 737 im Jahr 2025, und sind 819 Menschen in der Kohorte männlich 10-19 Jahre alt im Jahr 2025, so beträgt die für das Jahr 2030 prognostizierte Besetzung der Kohorte männlich 10-19  $737 + (819 - 736) = 820$ . Besteht die Kohorte weiblich 0-9 Jahre alt aus 556 Menschen im Jahr 2020 und 500 im Jahr 2025, und sind 450 Menschen in der Kohorte weiblich 10-19 Jahre alt im Jahr 2025, so beträgt die für das Jahr 2030 prognostizierte Besetzung der Kohorte weiblich 10-19  $500 * \left(\frac{450}{556}\right) = 405$ . Man spricht daher von Cohort Change Differences (CCD) und Cohort Change Ratios (CCR).*

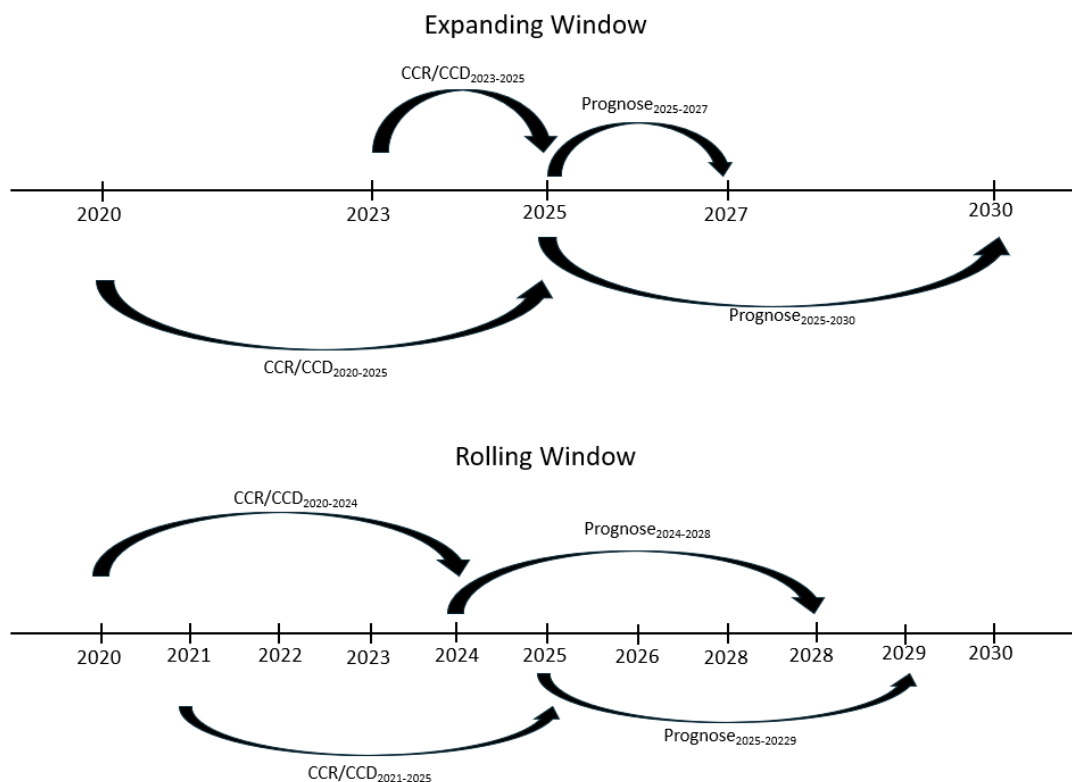
Der Grund für die fallweise Anwendung von Cohort Change Differences oder Cohort Change Ratios ist die Beschränkung, dass ein Bevölkerungsstand nie negativ sein darf. Im obigen Beispiel betrachten wir in der Kohorte weiblich 10-19 Jahre einen Bevölkerungsrückgang. Nehmen wir nun an, dass Kohorte weiblich 0-9 Jahre alt aus 256 Menschen im Jahr 2020 und 100 im Jahr 2025 besteht, und, dass 150 Menschen in der Kohorte weiblich 10-19 Jahre alt im Jahr 2025 sind. Dies bedeutet, dass die Cohort Change Differene  $CCD = 150 - 256 = -106$  beträgt. Würde nun die Bevölkerung in dieser Kohorte im Jahr 2025 nur 100 betragen und würde man nun die CCD anwenden, dann wäre die Prognose für das Jahr 2030  $100 + (-106) = -6$ . Verwendet man die CCR, so beträgt die prognostizierte Bevölkerung im Jahr 2030  $100 * \left(\frac{150}{256}\right) = 100 * 0,586 \cong 59$ . Das heißt also, die Verwendung der CCR statt der CCD im Falle eines Bevölkerungsrückgangs schützt die Prognose vor negativen Werten.

Umgekehrt, schützt die Nutzung der Cohort Change Difference in Wachstumskohorten vor einer exponentiellen Explosion des Bevölkerungsstandes. Nehmen wir nun an, dass die Kohorte männlich 0-9 Jahre alt aus 50 Menschen im Jahr 2020 und 72 im Jahr 2025 besteht, und dass 75 Menschen in der Kohorte männlich 10-19 Jahre alt im Jahr 2025 sind. Dann würde unter Verwendung der CCD der prognostizierte Bevölkerungsstand im Jahr 2030  $72 + (75 - 50) = 97$  betragen, und unter Verwendung der CCR  $72 * \left(\frac{75}{50}\right) = 108$ . Wie in diesem Beispiel angedeutet kann unter Verwendung der Cohort Change Difference die Bevölkerung sehr schnell ansteigen.

Das HP-Modell benötigt nur wenige Inputdaten, daher wird es wie z.B. von Swanson et al. (2010) verwendet, wenn die Bevölkerungsdaten nur zu zwei verschiedenen Zeitpunkten vorliegen. Liegen allerdings die Bevölkerungsdaten wie in diesem Projekt für alle einzelnen Jahre seit 2002 vor, gibt es mehrere Möglichkeiten der Implementierung. In diesem Projekt wurden zwei Ansätze erprobt: Expanding Window und Rolling Window. Der Expanding Window Ansatz betrachtet ausgehend vom Pivotjahr (dem letzten Jahr vor der Prognose) die CCD/CCR für jeweils so viele Jahre zurück wie prognostiziert werden

sollten. Das heißt, um die Prognose für 2027 ausgehend von 2025 zu erhalten, werden die CCD/CCR des Jahres 2023 zum Jahr 2025. Beim Rolling Window Ansatz hingegen wird die CCD/CCR für jeweils eine bestimmte Länge berechnet: Im Fall einer Länge von 5 Jahren für die Prognose 2027 betrachtet man etwa, wie groß die CCD/CCR von 2017 und 2022 war und dieser Wert wird dann auf das Jahr 2022 aufgeschlagen. Für das Jahr 2028 bilden die Jahre 2018 und 2023 die Basis zur Berechnung der CCD/CCR. Diese wird dann auf 2023 aufgerechnet.

Abbildung 10: Schematische Darstellung des Expanding (oben) und Rolling Window Ansatz (Unten)



Quelle: Eigene Darstellung JR-Policies

In Kapitel 4 bezieht sich Hamilton-Perry durchgehend auf den Expanding-Window Ansatz, da sich dieser als die deutlich stabilere Spezifikation herausgestellt hat.

Im Expanding Window Ansatz wird zuerst ein Pivotjahr definiert. Dies ist üblicherweise jenes Jahr, für das die neusten Daten vorliegen, im Falle der vorliegenden Prognose ist dies das Jahr 2025. Betrachten wir nun eine fiktive Kohorte, die im Jahr 2025 von 200 Menschen besetzt war (die Zielkohorte). Die Vorkohorte bestand 2020 aus 120, 2023 aus 150 und 2025 aus 170 Individuen. Dann erfolgt die Prognose für das Jahr 2027, in dem man den Kohortenübergang von 2023 auf 2025 (2-Jahres Fenster) betrachtet. In diesem Zeitraum sind 40 Individuen von der Vorkohorte in die Zielkohorte übergegangen. Dann beträgt die prognostizierte Bevölkerung in dieser Zielkohorte im Jahr 2027  $170 + (200 - 150) = 220$ . Um nun das Jahr 2030 zu prognostizieren, werden die Jahre 2020 und 2025, ein 5-Jahres Fenster, betrachtet. Von 2020-2025 haben 80 Menschen die Vorkohorte in Richtung Zielkohorte verlassen. Dann

beträgt der prognostizierte Bevölkerungsstand in der Zielkohorte im Jahr 2030  $170 + (200 - 120) = 250$ . Das Betrachtungsfenster wird also immer größer (vgl. Abbildung 10).

In Hamilton-Perry Modellen muss die jüngste Kohorte gesondert behandelt werden. Für die jüngste Kohorte – in dieser Prognose ist dies die Kohorte der 0-5-Jährigen – betrachtet man das Verhältnis der Mitglieder dieser Kohorte, also der jüngsten Kinder nach Geschlecht getrennt, zu den potenziellen Müttern im Basisjahr. Potenziell Mütter sind in dieser Prognose Frauen im Alter von 20-44. Nun wird für die Prognose der Anzahl an Buben oder Mädchen im Alter von 0-5 dieses Verhältnis mit der Anzahl der prognostizierten potenziellen Mütter fortgeschrieben. Hierbei wird implizit angenommen, dass die potenziellen Mütter, unabhängig von der Altersgruppe, jeweils gleich viele Kinder bekommen. Bei der Durchrechnung der Prognose für die Modellauswahl mit groben Altersgruppen wurde diese Annahme beibehalten. In der finalen Durchrechnung, bei der in Abstimmung mit dem Auftraggeber auf 5-Jahres-Kohorten umgestellt wurde, wurden die potenziellen Mütter auf Basis von Daten der Statistik Austria so gewichtet, dass Frauen in den Altersgruppen 24-29, 30-34 und 35-39 relativ mehr Kinder gebären.

Die Kohorte der 75+, also der Ältesten, stellt kein Problem dar. Die älteste Kohorte wird gleich modelliert wie alle anderen mit Ausnahme der jüngsten. Sie setzt sich zusammen aus dem Stand der zweitältesten Kohorte im Basisjahr zuzüglich des Übergangs von der Kohorte der 65-74 in die Kohorte der 75+ im jeweils betrachteten Fenster.

### 3.3 KOMPLEXERE MODELLE

#### **Transformer-basierte Modelle (Temporal Fusion Transformer)**

Transformer-Modelle stellen den modernsten Ansatz dar und ermöglichen es, multiple Zeitreihen simultan und unter Berücksichtigung statischer Zusatzinformationen (z. B. Infrastruktur, Gemeindecharakteristiken, wie z.B. dem Urbanitätsgrad, vgl. Abbildung 9) zu prognostizieren. Im Gegensatz zu klassischen Zeitreihenmodellen können Transformer auch Querbeziehungen zwischen den Gemeinden abbilden und sind weniger anfällig für Fehlerakkumulation, da sie Jahr für Jahr prognostizieren, ohne auf das vorhergehende Jahr Rücksicht zu nehmen. Sie stellen ein verallgemeinertes Panel-Daten-Modell dar.

Aufgrund der begrenzten Zeitreihenlänge wurde auf Long short-term memory Modelle (LSTM, abkürzung: langes Kurzzeitgedächtnis), reine Zeitreihenmodelle, verzichtet, da diese gemäß Literatur für kurze Zeitreihen schlechtere Ergebnisse zeigten.



hat, desto mehrere verschiedene Betrachtungsweisen der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Zeitreihen lernt es. Je größer die versteckten Schichten sind, desto kompliziertere Beziehungen zwischen den Variablen kann das Modell lernen. In dieser Prognose wurden die Möglichkeiten für diese beiden Hyperparameter klein gehalten, da zum einen relativ wenige Daten zur Verfügung stehen, und zum anderen keine absurden Zusammenhänge gelernt werden sollten — es macht zum Beispiel Sinn, anzunehmen, dass die Bevölkerungszeitreihen einer Gemeinde in Vorarlberg und einer Gemeinde im Burgenland nicht miteinander in Beziehung stehen.

Für das Training selbst müssen die Daten in ein Trainings- und Testset geteilt werden (siehe unten). Dies kann insbesondere bei langfristigen Prognosen ein Problem darstellen, wenn für das Training der Hyperparameter wie im vorliegenden Fall z.B. die Periode 2002-2015 herangezogen wird, um das Modell für eine 10-Jahresprognose auf den Zeitraum 2016-2025 zu validieren. Dann werden diese optimalen Hyperparameter und das auf Daten von 2002-2015 trainierte Modell verwendet, um 2026-2035 zu prognostizieren. Insbesondere, wenn zusätzlich wie in Österreich der demografische Wandel voranschreitet, passen das Modell und die Hyperparameter potenziell nicht mehr mit dem tatsächlichen Problem zusammen.

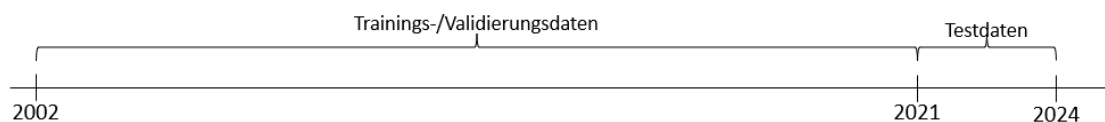
### 3.4 AUSWAHLVERFAHREN

Für die Modellauswahl wurde die kurzfristige Genauigkeit, aber auch eine Plausibilität der mittel- bis langfristigen Ergebnisse betrachtet. Die aktuellsten Bevölkerungsdaten für 2025 wurden während der Projektlaufzeit veröffentlicht. Für diesen Teil der Analyse werden daher die Daten bis inklusive 2024 als Testdaten verwendet. Die Modellauswahl erfolgt anhand folgender Kriterien:

#### **Genauigkeit:**

Die Prognosequalität wird anhand des Medians des absoluten prozentualen Fehlers (MedAPE – Median Absolute Percentage Error) bewertet. Dabei werden die Jahre 2022, 2023 und 2024 betrachtet und der realen Entwicklung gegenübergestellt, wie in Abbildung 12 schematisch dargestellt. Dieser robuste Fehlerindikator ist unempfindlich gegenüber Ausreißern, die bei kleinräumigen Prognosen häufig auftreten (vgl. Wilson (2015), Grossman et al. (2023)).

Abbildung 12: Schematische Darstellung des Datensplits



Mit der Genauigkeit kann aufgrund der geringen Testdaten nur die kurzfristige Performance der Modelle getestet werden. Auch wenn manche Modelle aufgrund ihrer Architektur eine langfristige Betrachtung der Genauigkeit durchaus ermöglichen würden, ist dies aufgrund des demografischen Wandels möglicherweise nicht der beste Zugang. Betrachten wir z.B. eine Gemeinde, die in der Vergangenheit stark gewachsen ist, und ein Modell, das dieses Wachstum auch so in die Zukunft prognostiziert. In diesem Beispiel ist es durchaus plausibel, dass einige Gemeinden aufgrund des demografischen Wandels oder mangelnden verfügbaren Baulands nicht weiterhin so schnell wachsen können. Daher wird für diese Prognose ein Plausibilitätscheck (siehe unten) ergänzt.



**Differenzierte Betrachtung:**

Die Prognosegüte wird separat für Gemeinden verschiedener Größenklassen, für unterschiedliche Altersgruppen sowie für jedes Prognosejahr im Testzeitraum (2022, 2023, 2024) ermittelt.

**Plausibilität:**

Zusätzlich zur rein statistischen Genauigkeit werden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Die Plausibilität wurde in einer späteren Projektphase betrachtet und umfasst bereits Daten für 2025.

Unplausible Gegebenheiten sind:

- Unplausible Trendbrüche (z. B. von starkem Wachstum in der Vergangenheit zu starkem Rückgang laut Prognose).
- Ungewöhnlich viele extreme Prognosewerte in kurzer Zeit.
- Abweichung von bestehenden Prognosen (Bezirksprognose, Bundeslandprognosen).  
Etwa eine Abweichung der prognostizierten Altersstruktur von der nationalen bzw. Bundeslandprognose oder starke Veränderung der Bezirksanteile.
- Eine qualitative Einschätzung der „Entwicklungsaussichten und –wünsche“ wurde angestrebt, erste Ergebnisse liegen dabei für Niederösterreich vor – eine flächendeckende Integration wäre eine sehr gute Basis für eine Modellabschätzung.

Diese Plausibilitätskriterien sind notwendig, da die Daten auf Gemeindeebene häufig starken Schwankungen unterliegen und rein statistische Modelle in Einzelfällen zu nicht nachvollziehbaren Prognosen führen können.

## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden Ergebnisse der Modellauswahl sowie die Prognoseergebnisse des gewählten Ansatzes dargestellt.

### 4.1 MODELLAUSWAHL

Die in Kapitel 3 vorgestellten Verfahren wurden implementiert und getestet. Die Auswahl des Verfahrens basiert auf Entscheidungsmetriken und pragmatischen Überlegungen. Grundsätzlich wurde im Laufe der Diskussion mit relevanten Stakeholdern eine Entscheidung gegen eine Implementierung mit Balancing (als Randsummen dienen vorgegebene Ergebnisse auf anderen Aggregationsebenen) getroffen, empfohlene Modelle sollen „auf eigenen Beinen stehen können“. Der verwendete Ansatz muss also (i) ohne Balancing möglich sein und (ii) stabile Ergebnisse liefern. Die Stabilität wurde dabei auf Basis von Genauigkeit und Plausibilität bewertet.

#### 4.1.1 ... AUF BASIS DER GENAUIGKEIT

Tabelle 3 zeigt die Genauigkeit der einzelnen Modelle nach dem MedAPE, wobei nach Prognosejahr und Altersklasse unterschieden wird. Die Genauigkeit der Modelle wurde in einer früheren Projektphase betrachtet und bezieht sich daher auf Daten bis 2024.

Es zeigt sich, dass kurzfristig insbesondere LINEXP, CSP und TFT gute Ergebnisse liefern. Allerdings ist der Abstand zwischen den einzelnen Modellen meistens nicht sehr groß. Es zeigt sich weiter, dass einzelne Altersgruppen, wie die 0-9- oder 55-64-Jährigen, besser vorherzusagen sind als etwa die 20-29-Jährigen, wo der Fehler tendenziell größer ist. Diese Altersgruppe weist auch mehr Dynamik auf, da sie öfter den Wohnort wechselt.

In Tabelle 4 wird der MedAPE für die Gemeinden nach Testjahr und Größenklasse dargestellt. Es wird generell erwartet, dass größere Gemeinden einer stabileren Entwicklung folgen. Dies ist auch zu sehen. Zudem performt vor allem das LINEXP-Modell gut in der kurzfristigen Vorhersage der Gemeindebevölkerung. Auch CSP prognostiziert die Gemeindebevölkerung vor allem in größeren Gemeinden gut. Generell weicht die Performance der einzelnen Modelle nicht weit voneinander ab.

Kurzfristig weist insbesondere das LINEXP-Modell oft eine hohe Prognosegenauigkeit auf. Dies liegt zum Teil daran, dass es darauf optimiert ist, Trends weiterzuführen. In einer längerfristigen Prognose kann dies zu unplausiblen Ergebnissen führen. Das CSP-Modell überträgt die Entwicklung einer größeren geographischen Einheit — im Fall dieser Prognose des Bezirks — auf die einzelnen Gemeinden. Da der Bezirkstrend maßgeblich von großen Gemeinden bestimmt ist, ist es gut darin, diese vorherzusagen. In einer langfristigen Betrachtung ist die Annahme, dass sich alle Gemeinden in einem Bezirk gleich entwickeln, zu verwerfen.

Tabelle 3: MedAPE nach Jahr und Altersklasse

Jahr	Altersklasse	Expanding					
		LINEXP	HP	CSP	VSG	CSP-VSG	TFT
2022	0 - 9	3,4	4,7	4,0	3,6	3,7	3,5
2022	10 - 19	3,2	4,2	3,6	3,9	3,5	3,4
2022	20 - 29	4,4	5,3	4,1	4,9	4,2	3,9
2022	30 - 44	2,5	4,2	2,7	3,2	2,7	2,9
2022	45 - 54	3,3	5,5	2,7	4,4	3,1	2,1
2022	55 - 64	2,8	7,1	2,7	3,3	2,9	2,4
2022	65 - 74	5,1	5,4	3,4	9,3	5,4	4,6
2022	75+	2,9	5,2	3,0	2,6	2,6	2,6
2023	0 - 9	4,4	6,9	5,4	4,9	4,9	4,5
2023	10 - 19	4,6	5,7	4,5	5,8	4,7	4,3
2023	20 - 29	6,2	6,8	5,9	7,2	5,8	6,4
2023	30 - 44	3,9	7,0	3,7	4,4	3,4	3,5
2023	45 - 54	4,1	7,8	3,8	5,6	4,0	5,5
2023	55 - 64	3,0	10,6	3,6	3,3	3,3	3,2
2023	65 - 74	5,7	6,3	4,5	8,4	5,6	5,3
2023	75+	3,6	7,2	4,0	3,8	3,8	3,6
2024	0 - 9	5,4	8,2	6,2	6,0	5,9	6,1
2024	10 - 19	5,8	7,0	5,6	7,9	6,0	5,5
2024	20 - 29	7,5	8,1	6,4	9,4	7,4	10,8
2024	30 - 44	4,7	8,6	4,3	5,6	4,1	3,8
2024	45 - 54	5,2	10,2	4,6	8,2	5,3	11,2
2024	55 - 64	3,7	13,3	4,4	3,9	3,9	4,1
2024	65 - 74	6,3	7,0	5,5	9,3	6,3	5,9
2024	75+	4,5	8,4	4,8	5,0	4,6	4,6

Anmerkung: Orange hinterlegte Zellen zeigen jeweils den niedrigsten MedAPE je Zeile an.

Tabelle 4: MedAPE nach Jahr und Größenklasse

Jahr	Größenklasse	Expanding						
		LINEXP	HP	CSP	VSG	CSP-VSG	TFT	
2022	< 500	1,9		2,2	2,3	2,2	2,0	3,4
2022	500-1.000	1,2		1,6	1,5	1,7	1,5	2,5
2022	1.000-2.000	1,1		1,2	1,2	1,3	1,1	2,1
2022	2.000-5.000	0,8		1,1	1,0	1,3	1,0	1,7
2022	5.000-20.000	0,7		0,9	0,6	1,0	0,7	1,4
2022	20.000-50.000	0,7		0,6	0,4	0,7	0,5	0,7
2022	> 50.000	0,6		0,8		0,9	0,5	0,7
2023	< 500	2,4		3,4	3,2	3,2	2,7	2,6
2023	500-1.000	1,7		2,4	2,0	2,4	1,7	1,9
2023	1.000-2.000	1,5		2,0	1,8	2,0	1,6	1,4
2023	2.000-5.000	1,2		2,0	1,3	1,9	1,4	1,2
2023	5.000-20.000	1,0		2,0	0,9	2,0	1,2	1,0
2023	20.000-50.000	0,6		1,5	0,6	1,5	0,9	0,5
2023	> 50.000	1,6		2,5		2,6	1,3	1,5
2024	< 500	2,9		5,2	3,5	4,1	3,3	6,4
2024	500-1.000	2,0		3,1	2,5	3,0	2,1	4,8
2024	1.000-2.000	1,6		2,4	2,0	2,7	1,9	3,6
2024	2.000-5.000	1,3		2,4	1,6	2,6	1,6	2,5
2024	5.000-20.000	1,2		2,4	1,1	2,6	1,6	1,7
2024	20.000-50.000	0,5		1,7	0,7	2,2	1,1	2,0
2024	> 50000	1,9		2,9		4,2	2,1	1,9

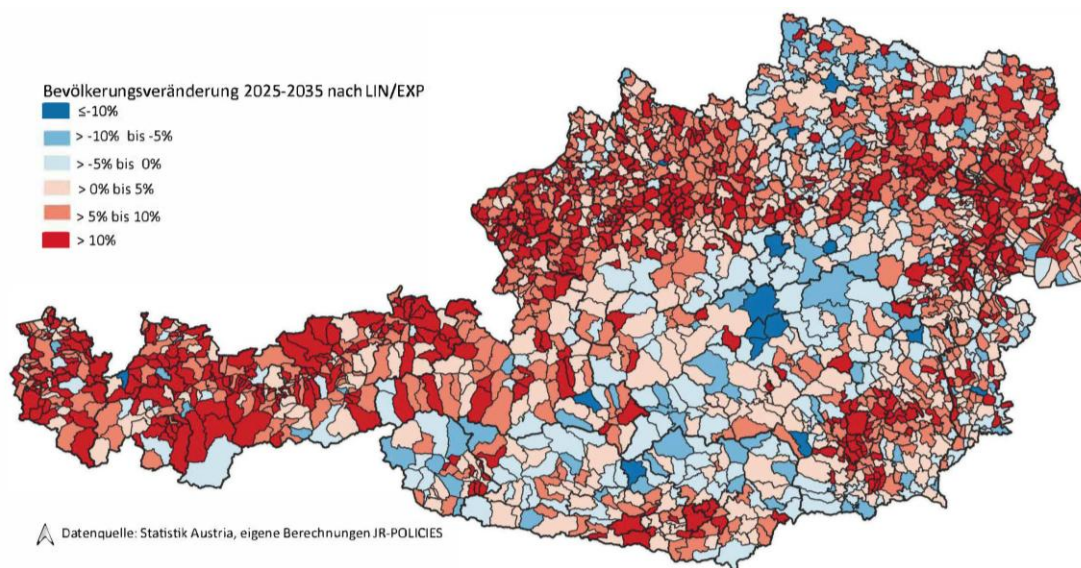
Anmerkung: Orange hinterlegte Zellen zeigen jeweils den niedrigsten MedAPE je Zeile an.

#### 4.1.2 ... AUF BASIS DER PLAUSIBILITÄT

Kurzfristig zeigt das trendfortschreibende LINEXP-Modell, dass es die Entwicklung der Bevölkerung gut vorhersagen kann. Langfristig erzeugt es allerdings tendenziell unplausible Ergebnisse, wie Abbildung 13 zeigt. Nach LINEXP gäbe es im Zeitraum 2025-2035 in weiten Teilen Österreichs ein Wachstum von z. T. über 10 %. Dies erscheint vor dem Hintergrund des demografischen Wandels vor allem in ländlichen Regionen unplausibel. Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt die Plausibilität der einzelnen Prognosen evaluiert.

Plausibilität ist anders als Genauigkeit kein Standardmaß, denn die Maße zur Evaluierung von Plausibilität sind je nach Aufgabenstellung zu definieren. In Abschnitt 3.4 wird eine Übersicht über die verwendeten Plausibilitätsmaße gegeben.

Abbildung 13: Prognose nach LINEXP



Quelle: Eigene Darstellung JR-POLICIES

Tabelle 5 zeigt den Anteil der Gemeinden, die eine signifikante Trendänderung auf Gemeindeebene in der Prognose aufweisen. Eine starke Trendänderung liegt etwa dann vor, wenn eine Gemeinde in der Vergangenheit (2015-2025) stark (> 20 % der Wachstumsgemeinden) wuchs und in der Prognose (2025-2035) stark schrumpfen würde (> 20 % der Schrumpfungsgemeinden). In der Prognose des TFT weisen quer über fast alle Größenklassen 10-11 % der Gemeinden eine solche Trendänderung auf. Während eine geringe Anzahl an Trendänderungen im Rahmen einer Prognose durchaus erwünscht ist, sind zu viele als unplausibel zu bewerten.

Tabelle 5: Anteil der Gemeinden mit einer Trendänderung 2025-2035

Größenklasse	CSP-VSG	TFT	Expand HP	LINEXP	VSG	CSP
< 500	1,8	11,0	1,8	0,0	0,0	3,7
500-1.000	2,4	11,1	0,0	1,0	2,7	5,7
1.000-2.000	2,1	10,4	0,0	0,4	2,2	3,9
2.000-5.000	1,6	10,5	0,0	0,7	2,0	4,8
5.000-20.000	0,8	11,2	0,0	0,8	2,8	1,2
20.000-50.000	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
> 50.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anmerkung: Grau hinterlegte Zellen zeigen jeweils den höchsten Wert je Zeile an.

In Tabelle 6 wird die Anzahl der Gemeinden dargestellt, die einen extremen Trend aufweisen. Zu viele extreme Trends können wiederum als unplausibel bewertet werden. Extrem bedeutet, dass das Wachstum/der Rückgang 80 % des Maximalwertes in den vergangenen 10 Jahren betragen. Es gibt nur sehr wenige positive extreme Trends in den einzelnen Prognosemodellen, negative hingegen deutlich mehr. Insbesondere das VSG-Modell sagt für relativ viele Gemeinden einen starken Bevölkerungsrückgang voraus.

CSP-VSG und HP fallen in dieser Tabelle ebenso auf. Allerdings ist die Anzahl der extremen Trends bei CSP-VSG und HP insgesamt überschaubar, weshalb einzig VSG als unplausibel zu beurteilen ist.

Tabelle 6: Anzahl der Gemeinden mit extremen Trends 2025-2035

Trend	Größenklasse	CSP-VSG	TFT	Expand HP	LINEXP	VSG	CSP
Positiv	< 500	1	2	1	9	5	0
Positiv	500-1000	0	0	0	0	0	0
Positiv	1.000-2.000	0	0	0	1	0	0
Positiv	2.000-5.000	0	0	0	0	0	0
Positiv	5.000-20.000	0	0	0	0	0	0
Positiv	20.000-50.000	0	0	0	0	0	0
Positiv	> 50.000	0	0	0	0	0	0
Negativ	< 500	0	0	1	0	2	0
Negativ	500-1.000	5	0	8	0	43	0
Negativ	1.000-2.000	38	0	19	1	165	0
Negativ	2.000-5.000	0	0	3	1	14	0
Negativ	5.000-20.000	15	0	4	1	52	0
Negativ	20.000-50.000	5	0	1	0	11	0
Negativ	> 50.000	9	0	0	0	12	0

Auf Basis der Evaluierung scheiden die Modelle LINEXP und CSP aus, weil sie, vor allem langfristig, unplausible Forecasts liefern und auch methodisch sehr rudimentäre Ansätze darstellen. Die Spezifikation VSG liefert sowohl vom Wachstumspfad als auch im Hinblick auf die Verteilung der Altersstruktur unplausible Ergebnisse.

Die Variante CSP-VSG weist eine mittelmäßige Genauigkeit und mittelmäßige Plausibilität auf. Zudem kann ohne Input auf höherer Ebene kein CSP-Anteil errechnet werden, weshalb das Modell keine unabhängige Implementierung ohne höhere Forecasts zulässt.

Auch der komplexe Ansatz des Transformers stellt sich in der gewählten Spezifikation als unpassender Ansatz heraus. Zwar liefert dieser Ansatz eine relativ gute kurzfristige Genauigkeit in den Altersklassen und einen relativ plausiblen Wachstumspfad auf hoher regionaler Ebene, fällt aber vor allem längerfristig durch mangelhafte Plausibilität auf. Der Grund hierfür ist die Kürze der Zeitreihen, wie in Abschnitt 3.3 ausgeführt wird. Das Modell liefert ohne Balancing beinahe ein flächendeckendes Wachstum, was regionalen Entwicklungsmustern nicht gerecht wird. Des Weiteren spricht die Komplexität des Ansatzes ebenfalls gegen eine Implementierung.

Die durchgehend besten Ergebnisse erzielten Hamilton-Perry-Modelle. Diese lieferten eine relativ gute Genauigkeit bei der Evaluierung der kurzfristigen Ergebnisse, wobei diese tendenziell schlechtere Genauigkeit nach Altersgruppen aufwiesen, gleichzeitig überzeugten diese Modelle aber vor allem durch die sehr gute Plausibilität der erhaltenen Ergebnisse. Die Modelle lieferten auch ohne Balancing plausible regionale Muster und Resultate.

Genaue Prognosedaten sind jedoch für alle Modelle auf Ebene der Gemeinden, nach Geschlecht und nach den definierten Alterskohorten verfügbar und werden dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Dabei wird auch eine interaktive Darstellung in R-Shiny bereitgestellt, um die Entwicklungen leichter vergleichen zu können (siehe Anhang).

#### 4.1.3 ERGEBNIS: MODELLEMPFEHLUNG

**Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse und den gezogenen Vergleichen kann eine Empfehlung für das Hamilton-Perry-Modell für die Erstellung einer Gemeindeprognose für Österreich aus Sicht der Autoren ausreichend begründet und auch empfohlen werden.**

Für die Auswahl des Hamilton-Perry Modells sprechen einige zentrale Argumente. Zum einen wurde eine gute Plausibilität für entscheidende Strukturmerkmale der Regionen erzielt, wobei sich etwa bei Regionstypologien, aber auch bei Erreichbarkeitskategorien Entwicklungsmuster aus der Vergangenheit übertragen lassen. Diese verändern sich jedoch durch den fortschreitenden demografischen Wandel in einem plausiblen Ausmaß. So bleiben Wachstumsmuster erhalten, während sich die Dynamik der Entwicklungen durchaus abschwächt.

*Tabelle 7: Wachstumsdynamik nach regionaler Klassifizierung Vergangenheit und HP-Modell*

Code	Name	Entwicklung der Gesamtbevölkerung 2015-2025	Entwicklung der Gesamtbevölkerung 2025-2035
101	Urbane Großzentren	9,0%	4,2%
102	Urbane Mittelzentren	7,6%	3,9%
103	Urbane Kleinzentren	7,8%	4,1%
210	Regionale Zentren, zentral	6,7%	3,1%
220	Regionale Zentren, intermediär	3,0%	0,6%
310	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, zentral	7,3%	4,2%
320	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, intermediär	7,9%	5,3%
330	Ländlicher Raum im Umland von Zentren, peripher	6,0%	4,4%
410	Ländlicher Raum, zentral	4,4%	2,8%
420	Ländlicher Raum, intermediär	0,7%	0,5%
430	Ländlicher Raum, peripher	-1,9%	-0,8%

Zudem wurde die Plausibilität der regionalen Entwicklungen (Bundesland und Bezirksebene) auf Basis der kleinräumigen Bevölkerungsprognose der ÖROK und Prognosen der Statistik Austria betrachtet, wo sich ebenfalls Hamilton-Perry-Modelle als Favoriten erwiesen haben.

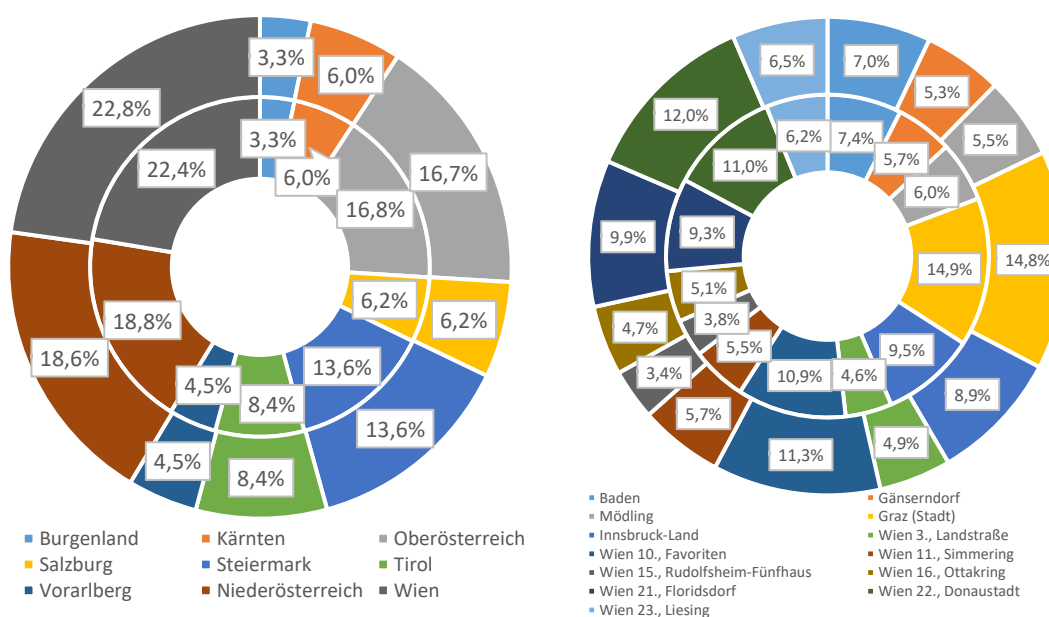
Die nachfolgende Grafik (Abbildung 14) zeigt den Anteil der Bundesländer an der Gesamtbevölkerung Österreichs für 2035 nach Prognose der Statistik Austria sowie nach der aggregierten Gemeindeprognose – ein ähnlicher Vergleich wurde auch mit den Ergebnissen der Bezirksprognose der ÖROK aus 2021 durchgeführt, von einer Darstellung der Gesamtergebnisse im Bericht wurde jedoch aufgrund der hohen Anzahl der Bezirke und der mangelnden Lesbarkeit abgesehen. Der Fokus liegt auf den Bezirken mit den größten anteilmäßigen Abweichungen.

Die Grafik zeigt, dass der wesentlichste Unterschied auf eine Verschiebung der anteilmäßigen Bedeutung zwischen Wien und Niederösterreich zurückzuführen ist. Der Unterschied der Anteile an Gesamtösterreich beträgt dabei jedoch in Niederösterreich ein Minus von 0,2 Prozentpunkten und in Wien von

Plus 0,4 Prozentpunkten (etwa 58.000 Personen oder rund 2,8% der Wiener Bevölkerung), im Wesentlichen sind die Unterschiede somit relativ gering.

Auch bei der Bezirksprognose zeigt sich ein ähnliches Bild: die größten positiven Abweichungen umfassen Favoriten (+0,2 Prozentpunkte), Floridsdorf (+0,2 Prozentpunkte), Donaustadt (+0,3 Prozentpunkte oder etwa 34.000 Personen) und Liesing (+0,1 Prozentpunkte), während in Wien vor allem die Bezirke Rudolfsheim und Ottakring (jeweils -0,1 Prozentpunkte) geringere Anteile aufweisen. Geringere Anteile sind zudem in Baden, Gänserndorf und Mödling zu verzeichnen (jeweils -0,1 Prozentpunkte) wobei sich in Mödling dadurch ein Rückgang der Bevölkerung ergibt, der aus Sicht der Autoren aufgrund von Zuwanderung und der Nähe zu Wien unplausibel erscheint. Unabhängig von den Austauschwirkungen zwischen Niederösterreich und Wien sind auch die Anteile in Innsbruck-Land etwas geringer (auch -0,1 Prozentpunkte), die Stadt Graz hingegen weist einen um +0,1 Prozentpunkte höheren Anteil auf. In den restlichen Bezirken gibt es faktisch keine Unterschiede, die regionalen Muster zwischen den Prognosen erweisen sich als konsistent. Die nachfolgende Grafik zu den Bezirken setzt ihren Fokus auf Beobachtungen mit den größten anteilmäßigen Abweichungen und umfasst aufgrund der Lesbarkeit somit keine volle Darstellung und somit auch keine hundert Prozent.

Abbildung 14: Anteilsmäßige Bedeutung im Prognosevergleich. Gemeindeprognose (außen) und Vergleichswert (innen) gem. Statistik Austria



Quelle: Statistik Austria (2025), ÖROK (2021), Eigene Darstellung JR-POLICIES.

Die letzte Prognosegeneration der ÖROK wurde mittels Kohorten-Komponenten-Methode berechnet, Hamilton-Perry stellt dabei eine vereinfachte Version dieses Ansatzes dar und liefert so auch durchaus vergleichbare Ergebnisse zu den komplexen Analysen der Bezirksprognose. Die größten Unterschiede sind dabei in der Verteilung des Wachstums in und um Wien zu erkennen, wobei die Ergebnisse im Bezirk Mödling aus unserer Sicht als unplausibel niedrig zu bewerten sind. In der Gemeindeprognose werden



deutlich stärkere Wachstumsraten für die Wiener Flächenbezirke geschätzt, wobei es in den Innenstadtbezirken Wiens teils sogar zu einem Rückgang der Bevölkerung kommt. Auch das Wachstum im Wiener Umland in Niederösterreich ist etwas geringer – Wachstum in den Flächenbezirken ersetzt hiermit ein Stück weit das Wachstum des städtischen Umlands. Dabei muss erwähnt werden, dass die Bezirksprognose der ÖROK das Wachstum in den Wiener Flächenbezirken in den vergangenen Jahren durchaus unterschätzte.

## 4.2 ERGEBNISSE FÜR ÖSTERREICH

Das Hamilton-Perry Modell kann als geeignete Methode für die Berechnung einer Gemeindeprognose für Österreich gesehen werden. Durch den gewählten Modellansatz konnten für eine prototypische Berechnung gute Ergebnisse erzielt werden – Ergebnisse nach Bezirken entsprechen etwa jenen anderer kleinräumiger Prognosen, die regionalen Muster wirken plausibel und in den Gemeinden ergeben sich nur wenige unplausible Ergebnisse.

Im Zuge des Projekts wurde auch eine weitere Aufteilung der Alterskohorten festgelegt, da die gröbere Zusammenfassung für einfache Prognosemodelle wichtig war, um unplausible Ergebnisse zu reduzieren. Nach genauer Betrachtung war dieses Problem für Hamilton-Perry Modelle jedoch weniger relevant. Auch der Nutzen für die Verwender kann durch eine weitere Aufteilung klar gesteigert werden, denn relevante Fragestellungen der Regionalplanung und -politik beziehen sich oft auf spezifische Gruppen wie etwa Kleinkinder. Aus dieser Perspektive wird ein Hamilton-Perry Modell mit einer Expanding-Window Spezifikation, in welcher sowohl die Ausgangs-Zeitreihe, als auch die Prognose mittels Exponential Smoothing ( $\alpha=0,5$ ) geglättet wurde, empfohlen. Dies hilft, die Auswirkung von einzelnen Ausreißern abzuschwächen und „Scheingenauigkeit“ (etwa Schwankungen, welche sich durch die Zeitreihenprognose ergeben können) von den Prognoseergebnissen zu vermeiden.

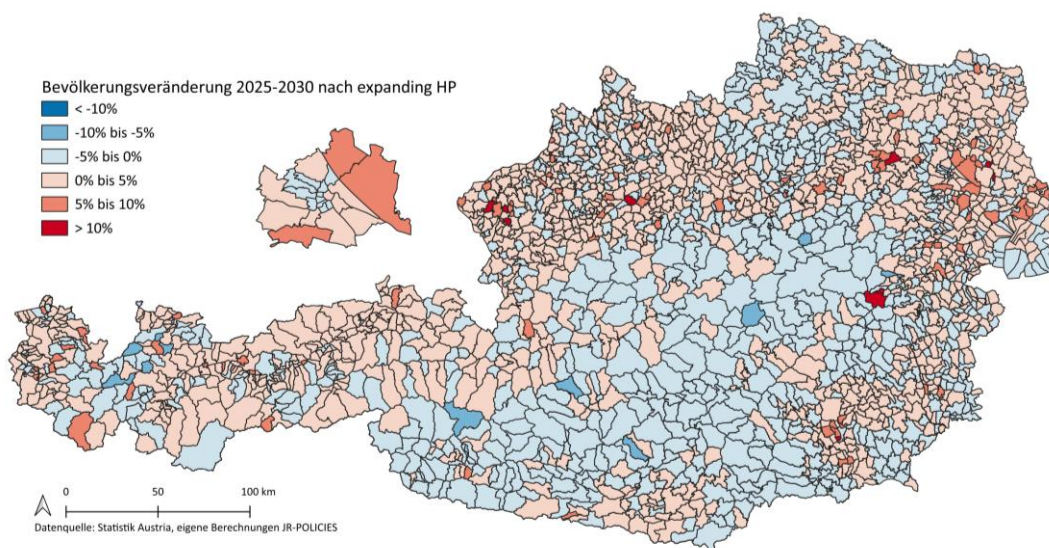
Zudem wurden für die finale Durchrechnung in Abstimmung mit dem Auftraggeber 5-Jahreskohorten betrachtet und eine Gewichtung bei den Berechnungen der „Potential Mothers“ eingeführt.

Mit dieser Veränderung gegenüber den Berechnungen im Evaluierungsprozess wird dem Umstand Rechnung getragen, dass nicht alle potenziellen Mütter (Frauen im Alter von 20-44) mit der gleichen Wahrscheinlichkeit Kinder bekommen - lt. Statistik Austria bekommen Frauen im Alter von 25-35 etwas mehr als 50% aller Kinder. Diese Modifikation wurde wegen des Wechsels von 10 zu 5-Jahreskohorten wesentlich wichtiger als bei den größeren Alterskohorten im Evaluierungsstadium. Nach einer Betrachtung von beiden Berechnungsvarianten erweisen sich die Ergebnisse mit den 5-Jahreskohorten als plausibler und auch praktikabler für die wichtigsten Nutzergruppen.

Die folgenden Karten zeigen die Ergebnisse der Anwendung des Modells für die Entwicklungen der Gesamtbevölkerung zwischen 2025 und 2030 bzw. 2035, wobei sich die Entwicklungsmuster kurz wie folgt beschreiben lassen: (i) Das Bevölkerungswachstum setzt sich weiter fort, 2025 werden über 9,57 Millionen Menschen in Österreich leben (rund 0,9% mehr als nach der Hauptvariante der Statistik Austria Prognose). Das Wachstum kommt vor allem aus Wien, wobei alle Bundesländer wachsen dürften. Auch Kärnten weist ein geringes Wachstum auf, bleibt jedoch im Vergleich zum Ausgangswert relativ stabil (Bevölkerungsveränderung 2025-2035: +2.000) (ii) Das Bevölkerungswachstum ist vor allem auf Stadtregionen und städtische Umlandgemeinden fokussiert, auch entlang von wichtigen Verkehrsachsen ist

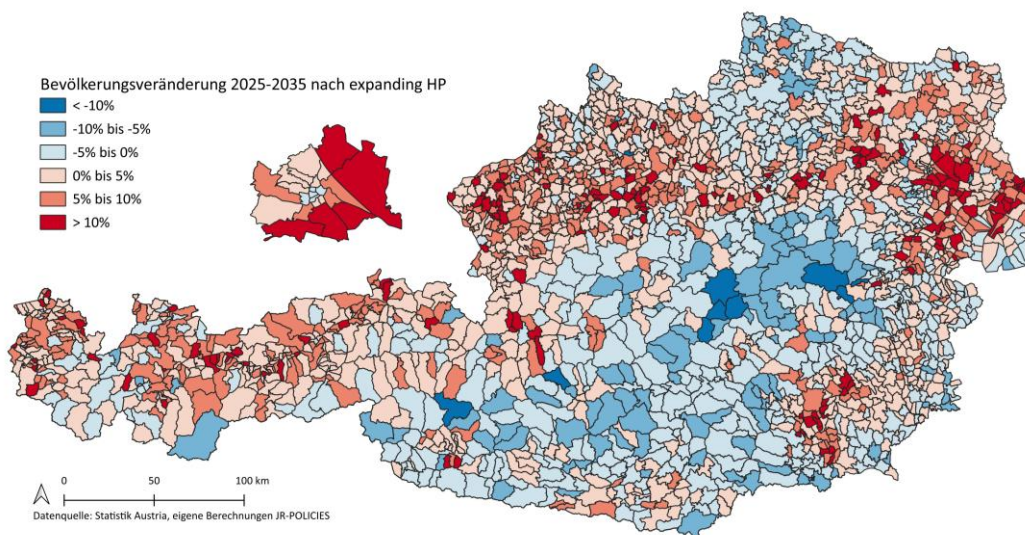
eine stärkere Dynamik beobachtbar. (iii) Besonders starke Bevölkerungsrückgänge sind in Teilen der Steiermark und Kärnten sowie im Wald- und Mühlviertel und Teilen des Burgenlands zu erwarten. (iv) Wien wächst vor allem in den Flächenbezirken, die Dynamik in den Innenstadtbezirken ist verhalten bis negativ. Wien wächst nach der vorliegenden Prognose besonders dynamisch. Die Bevölkerungszahl liegt dabei etwa zwischen der Hauptvariante und dem Wachstumsszenario der Statistik Austria Prognose für die Bundesländer.

Abbildung 15: Bevölkerungsentwicklung von 2025 bis 2030



Quelle: eigene Berechnungen JR-POLICIES.

Abbildung 16: Bevölkerungsentwicklung von 2025 bis 2035



Quelle: eigene Berechnungen JR-POLICIES.

Auffällig sind die größten Abweichungen in Wien und dessen Umland. Diese treten sowohl in Bezug auf die Bezirksprognose der ÖROK als auch in der Aggregation auf Bundesländerebene zutage. Insbesondere

das sehr hohe prognostizierte Wachstum in den äußeren Bezirken Wiens wird als potenzieller Diskussionspunkt wahrgenommen. Allerdings kann dieses Ergebnis relativiert werden, indem es im Kontext des aktuellen Wachstumsszenarios von Statistik Austria betrachtet wird, die Wiener Ergebnisse liegen etwa zwischen Haupt und Wachstumsvariante. Insgesamt zeigen sich die Resultate konsistent, da sich überdurchschnittliches Wachstum in bestimmten Regionen tendenziell mit stagnierenden oder rückläufigen Entwicklungen in anderen „konkurrierenden“ Regionen ausgleicht.

## 5 Modell für eine Gemeindeprognose: Abschließende Bemerkungen und Implikationen

Die Evaluierung der kleinräumigen Gemeindeprognosen erweist sich aufgrund der hohen Heterogenität sowie der großen Anzahl an Gemeinden als herausfordernd. Trotz dieser Komplexität zeigen Vergleiche auf verschiedenen Aggregationsebenen – insbesondere hinsichtlich der relativen Anteile im Jahr 2025 und 2035, der aggregierten Werte auf Bezirks- und Bundesländerebene sowie der räumlichen Verteilung entlang strukturtypischer Merkmale – ein insgesamt vielversprechendes Bild. Gleichwohl lassen sich regional unplausible Ergebnisse für einzelne Gemeinden oder Regionen nicht gänzlich ausschließen.

Abschließend muss die Sensitivität der Modellergebnisse auf Parameteränderungen bzw. auf eine Änderung der Kohortengröße erwähnt werden. Während die Gesamtergebnisse vergleichbar sind, ändern sich speziell in kleinen Gemeinden einige Wachstumsverläufe innerhalb der einzelnen Alterskohorten. Das Modell ist dabei relativ sensibel auf diese Art von Veränderungen der Inputparameter. Die vergangenen Verläufe der 5-Jahreskohorten und 10-Jahreskohorten können sich in kleinen Gemeinden stark unterscheiden, und durch die geringe Besetzung der einzelnen Zellen ist das Modell auch anfälliger auf Ausreißer in kleineren Gemeinden. Generell lässt sich festhalten, dass Schwankungen bei kleineren Alterskohorten und kleineren Gemeinden stärker ins Gewicht fallen, dass die geänderten Alterskohorten prognostizierte Wachstumsmuster durchaus verändern können und dadurch auch kleine Anfangsdifferenzen zu kumulativen Abweichungen führen können.

Die Anwendung des Hamilton-Perry-Modells bietet sich dennoch als praktikable und kostengünstige Methode für eine regelmäßige Fortschreibung der Prognosen an. Diese Methode zeichnet sich durch eine einfache Handhabung aus und erfordert vergleichsweise wenig Inputdaten. Allerdings sind die Kohortenbreiten relativ grob (keine Einzeljahre, keine Unterscheidung zwischen Geburtsland) und die zugrundeliegenden demografischen Komponenten (z. B. Geburten, Sterbefälle, Migration) werden nicht explizit ausgewiesen. Auch können einzelne Ausreißer durch die gewählte Methodik merklichen Einfluss auf die Prognoseergebnisse nehmen.

Zur weiteren Sicherstellung der Prognosequalität und um dem Anspruch der Additivität mit anderen bestehenden Prognosen (etwa der Bezirksprognose der ÖROK oder den Bundeslandprognosen der Statistik Austria) zu genügen, könnte ein einfaches Balancing-Verfahren angewandt werden, um ein konsistentes Gesamtbild über alle Gemeinden hinweg zu gewährleisten. Zudem wäre ein Sicherheitsmechanismus auf Gemeindeebene denkbar, etwa durch die Festlegung minimaler und maximaler Anteilswerte, um besonders unplausible Prognosen frühzeitig zu identifizieren und zu korrigieren.

Ein großer Vorteil des gewählten Modells liegt in der Flexibilität: Die Prognoseergebnisse können mit geringem Aufwand angepasst werden, beispielsweise um geplante Wohnbauprojekte oder infrastrukturelle Entwicklungen zu berücksichtigen. In diesem Fall können zusätzliche Bevölkerungsteile gezielt in bestimmten Altersgruppen ergänzt werden – etwa über manuelle Anpassungen in den Prognosetabellen.

Langfristig kann das Hamilton-Perry-Modell als Baseline für regelmäßige kleinräumige Fortschreibungen dienen, während parallel in der Bezirksprognose gezielt mit erweiterten Annahmen zu demografischen Komponenten wie Migration oder Altersstruktur gearbeitet werden kann. Hier bieten sich auch weiterführende Analysen zu potenziellen Wanderungsmustern (z. B. Zuzug nach Österreich und anschließende

Binnenmigration nach Wien) oder zum Thema Alterung und Pflegebedarf an. Nicht zuletzt könnten Faktoren der Raumausstattung – wie z. B. Erreichbarkeit, Infrastruktur oder Bildungsangebot – in zukünftige Prognoseüberlegungen integriert werden. Diese wirken oft stabilisierend auf demografische Entwicklungen. Ein entsprechender qualitativer Input, etwa im Rahmen eines Workshops, könnte dabei helfen, Annahmen gezielter zu gestalten – insbesondere, wenn solche Einschätzungen mit den quantitativen Modellen kombiniert werden.

## 6 Bibliografie

- Abart-Heriszt, L; Erker, S; Reichel, S; Schöndorfer, H; Weinke, E; Lang, S. (2020): Österreichweite Modellierung und webbasierte Visualisierung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Gemeindeebene. Das Energiemosaik Austria. Berichte aus Energie- und Umweltforschung; 43/2020; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie: Wien, Österreich, 2020.
- Alghanmi, N., Alotaibi, R., Alshammari, S. & Mahmood, A. (2024): Population Fusion Transformer for Subnational Population Forecasting. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 17: 26–41.
- Baker, E., Coffee, N., Page, K., Daniel, L., & Sarkar, S. (2024): *Improving small area population projections*, AHRUI Final Report, Nr 420.
- Chen, Y., Li, X., Huang, K., Luo, M. & Gao, M. (2020): High-resolution gridded population projections for China under the shared socioeconomic pathways. *Earth's Future* 8.
- Christaller, W. (1940): Grundgedanken zum Siedlungs- und Verwaltungsaufbau im Osten, in: *Neues Bauerntum* 32
- Dehne, P. (2019): Perspektivwechsel in der Regionalpolitik: Daseinsvorsorge als gesellschaftliche Aufgabe. *Hamburg: Wirtschaftsdienst Sonderheft*.
- Fernandez-Vazquez, E. (2016): A Generalized Cross Entropy formulation for matrix balancing with both positive and negative entries. In *Proceedings of the 24th International Input-Output Conference*. Seoul, Korea.
- Gröbe, M., Burghardt, D. (2021): Scale-dependent point selection methods for web maps. *KN-Journal of Cartography and Geographic Information*, 71(3), 143-154.
- Grossman, I., Wilson, T. & Temple, J. (2023): Forecasting small area populations with long short-term memory networks. *Socio-Economic Planning Sciences* 88.
- Hamilton, C.H. & Perry, J. (1962): A Short Method for Projecting Population By Age from One Decennial Census to Another. *Social Forces* 41: 163–170.
- Hauer, M.E. (2017): Population projections for U.S. counties by age, sex, and race controlled to the Shared Socioeconomic Pathways.
- Hochreiter, S. & Schmidhuber, J. (1997): Long Short-Term Memory. *Neural Computation* 9: 1735–1780.
- Huter, M. (2011): Überörtliche Raumordnung. Das System der Zentralen Orte in Tirol 2010. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Raumordnung – Statistik.
- Junius, T. & Oosterhaven, J. (2003): The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with both Positive and Negative Entries. *Economic Systems Research* 15: 87–96.
- Laner, P. (2017): *Funktionale Regionen in der Raumplanung. Kriterien zur Abgrenzung von Planungsregionen in Südtirol*. Wien.
- Lenzen, M., Wood, R. & Gallego, B. (2007): Some Comments on the GRAS Method. *Economic Systems Research* 19: 461–465.
- Lim, B., Arik, S.Ö., Loeff, N. & Pfister, T. (2021): Temporal Fusion Transformers for interpretable multi-horizon time series forecasting. *International Journal of Forecasting* 37: 1748–1764.
- Mitterer, K., Haindl, A., Hochholdinger, N., Bröthaler, J., Getzner, M., Kramar, H., Strohmayer, F. (2016): *Bestimmung der regionalen Versorgungsfunktion von Gemeinden*. Wien.
- Open Street Map (2025), Geodaten © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA

- ÖROK (2022): *ÖROK-Regionalprognosen 2021 bis 2050: Bevölkerung*. Österreichische Raumordnungskonferenz, Wien.
- ÖROK (2024): *ÖROK-Erreichbarkeitsanalyse, Analysen zum ÖV und MIV*. Wien.
- ÖROK (2018): *Ergebnisse der ÖREK-Partnerschaft „Strategien für Regionen mit Bevölkerungsrückgang“ — Broschüre der ÖREK-Partnerschaft*. Wien.
- Österreichischer Gemeindebund (2004): *Positionspapier des Österreichischen Gemeindebundes über Formulierungen und Definitionen der „Daseinsvorsorge“ und deren Verankerung in der Finanzverfassung*. Wien.
- Österreichischer Städtebund (2004): *Definition bzw. Auslegung des Begriffes Daseinsvorsorge*. Wien.
- Pestel Institut GmbH (2023): *Wohnen im Alter - Prognose zum Wohnungsmarkt und zur Renten-Situation der Baby-Boomer*. Hannover.
- Pohl, P., Slepecki, P. & Spielauer, M. (2025): STATSIM: Statistics Austria’s dynamic microsimulation model for official population projections. *Statistical Journal of the IAOS: Journal of the International Association for Official Statistics* 1–16.
- Stone, R. (1961): *Input-output and national accounts*. Paris: Organization for European Economic Cooperation.
- Swanson, D.A., Schlottmann, A. & Schmidt, B. (2010): Forecasting the Population of Census Tracts by Age and Sex: An Example of the Hamilton–Perry Method in Action. *Population Research and Policy Review* 29: 47–63.
- Temurshoev, U., Miller, R.E. & Bouwmeester, M.C. (2013): A Note on the GRAS Method. *Economic Systems Research* 25: 361–367.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A.N., Kaiser, Ł. & Polosukhin, I. (2017): Attention is All you Need. In *Advances in neural information processing systems*, vol. 30. Long Beach, CA, USA.
- Wilson, T. (2015): New Evaluations of Simple Models for Small Area Population Forecasts. *Population, Space and Place* 21: 335–353.
- Wilson, T. (2016): Evaluation of alternative cohort-component models for local area population forecasts. *Population Research and Policy Review* 35: 241–261.
- Wilson, T., Grossman, I., Alexander, M., Rees, P. & Temple, J. (2022): Methods for Small Area Population Forecasts: State-of-the-Art and Research Needs. *Population Research and Policy Review* 41: 865–898.

## 7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:	Kleinräumige Bevölkerungsprognose: Bevölkerungsveränderung gesamt bis 2050.....	5
Abbildung 2:	Kleinräumige Bevölkerungsprognose: Bevölkerungsveränderung 20-64 Jahre bis 2050. .....	5
Abbildung 3:	Daseinsvorsorge aus einer regionalen Perspektive.....	6
Abbildung 4:	Bevölkerungsentwicklung und regionale Zentren.....	8
Abbildung 5:	Bevölkerungsentwicklung und wichtige Schulstandorte.....	9
Abbildung 6:	Bevölkerungsentwicklung und wichtige hochrangige ÖV-Infrastruktur .....	10
Abbildung 7:	Bevölkerungsentwicklung und Arbeitsregionen (mit stark positivem Pendlersaldo) ...	11
Abbildung 8:	Prognosefehler nach Alterskohorten für das Jahr 2024.....	12
Abbildung 9:	Übersicht über die ergänzenden Daten und deren Korrelation mit dem 10-Jahres Bevölkerungstrend.....	17
Abbildung 10:	Schematische Darstellung des Expanding (oben) und Rolling Window Ansatz (Unten)... .....	20
Abbildung 11:	Architektur des Temporal Fusion Transformers.....	22
Abbildung 12:	Schematische Darstellung des Datensplits .....	23
Abbildung 13:	Prognose nach LINEXP .....	28
Abbildung 14:	Anteilmäßige Bedeutung im Prognosevergleich. Gemeindeprognose (außen) und Vergleichswert (innen).....	31
Abbildung 15:	Bevölkerungsentwicklung von 2025 bis 2030 .....	33
Abbildung 16:	Bevölkerungsentwicklung von 2025 bis 2035 .....	33
Abbildung 17:	Darstellung des interaktiven Evaluierungstools.....	40
Abbildung 18:	Startseite der Shiny-App .....	41
Abbildung 19:	Zweite Seite der Shiny-App .....	41
Tabelle 1:	Wachstumsdynamik nach regionaler Klassifizierung .....	4
Tabelle 2:	Überblick über die Verteilung der Bevölkerung in den Gemeinden (Stichtag: 1.1.2024)	15
Tabelle 3:	MedAPE nach Jahr und Altersklasse .....	26
Tabelle 4:	MedAPE nach Jahr und Größenklasse .....	27
Tabelle 5:	Anteil der Gemeinden mit einer Trendänderung.....	28
Tabelle 6:	Anzahl der Gemeinden mit extremen Trends 2025-2035.....	29
Tabelle 7:	Wachstumsdynamik nach regionaler Klassifizierung .....	30

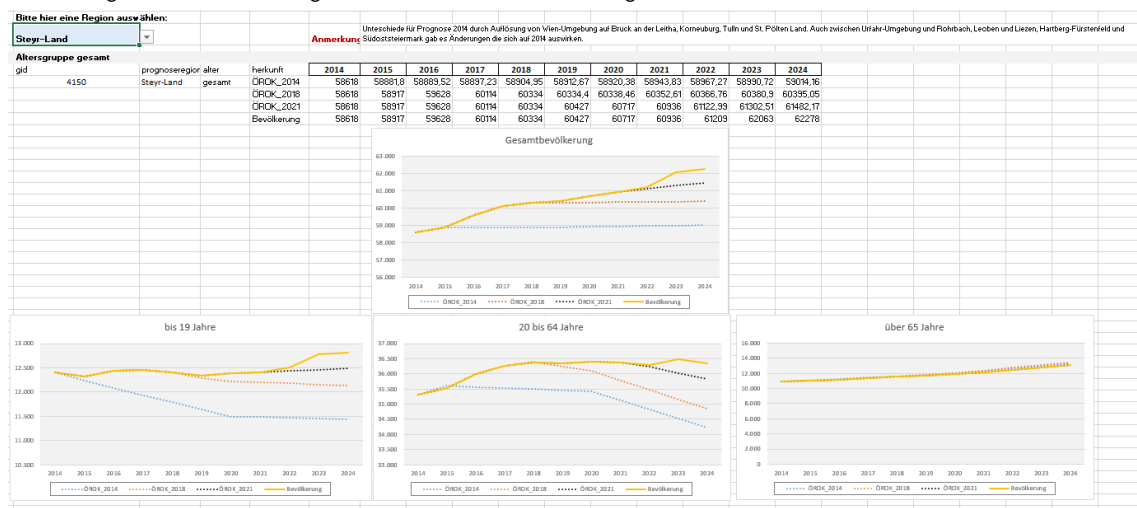


## Anhang

Neben dem Programmcode für die Gemeindeprognose und den tabellarischen Ergebnissen wurden dem Auftraggeber zwei weitere Files zur interaktiven Überprüfung der Ergebnisse zur Verfügung gestellt.

Zum einen wurde ein interaktives Tabellentool erstellt, welches sowohl die Gesamtentwicklung als auch die Entwicklung nach groben Alterskohorten von den Prognosegenerationen 2014, 2018 und 2021 mit den tatsächlichen Entwicklungen gegenüberstellt. Es ist wichtig zu beachten, dass es zu Unterschieden für die Prognose 2014 durch Auflösung von Wien-Umgebung auf Bruck an der Leitha, Korneuburg, Tulln und St. Pölten Land kommt. Auch zwischen Urfahr-Umgebung und Rohrbach, Leoben und Liezen, Hartberg-Fürstenfeld und Südoststeiermark gab es Änderungen, die sich auf die Prognose 2014 auswirken.

Abbildung 17: Darstellung des interaktiven Evaluierungstools



Quelle: eigene Darstellung und Berechnungen JR-POLICIES.

Das zweite File ist eine R-Shiny-App. Die Shiny-App zeigt auf der Startseite (siehe Abbildung 18) für eine ausgewählte Gemeinde und den dazugehörigen Bezirk die vergangene Bevölkerungsentwicklung sowie auch die Prognose für alle Modelle, welche im Rahmen des Projekts geschätzt und verglichen wurden. Die HP-Spezifikation in der App ist diejenige, die für die Prognose letztlich als favorisierter Ansatz vorgeschlagen wird. Auf der zweiten Seite der App, Abbildung 19, wird die Entwicklung der Bevölkerung je Altersgruppe für eine ausgewählte Gemeinde und ein ausgewähltes Modell gezeigt.

Abbildung 18: Startseite der Shiny-App

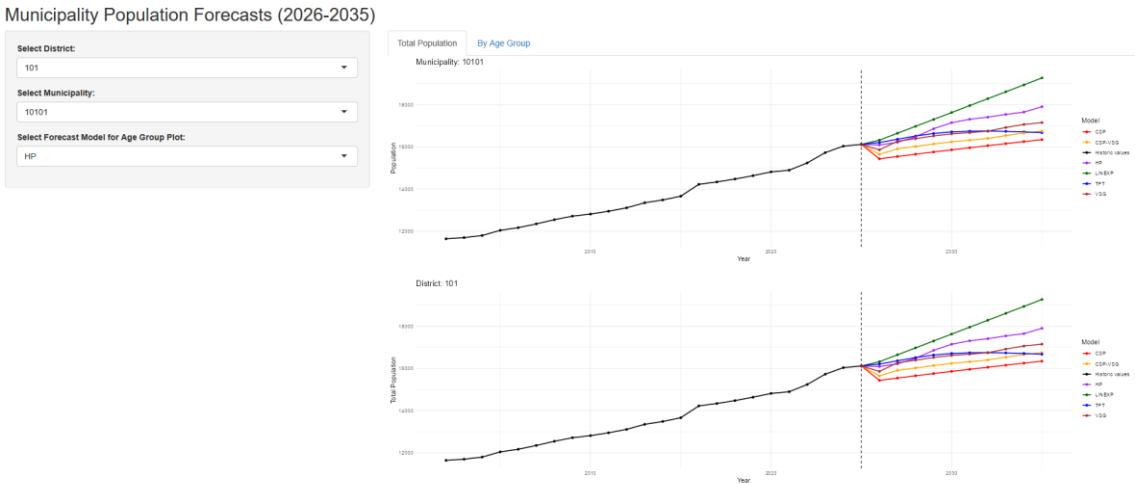
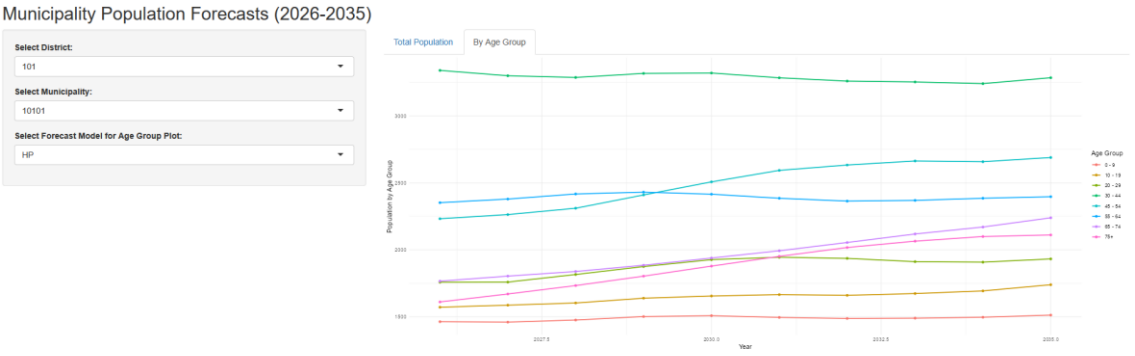


Abbildung 19: Zweite Seite der Shiny-App



JOANNEUM RESEARCH  
Forschungsgesellschaft mbH  
Leonhardstraße 59  
8010 Graz  
Tel. +43 316 876-0  
Fax +43 316 876-1181  
[prm@joanneum.at](mailto:prm@joanneum.at)  
[www.joanneum.at](http://www.joanneum.at)