

Die Typisierung der Alpengemeinden nach „Entwicklungsverlaufsklassen“ für den Zeitraum 1870 – 1990*

VON

WERNER BÄTZING und YVEN DICKHÖRNER

mit 7 Abbildungen, 7 Tabellen und einer Kartenbeilage

Das Wochenmagazin der Süddeutschen Zeitung¹ brachte im März die Geschichte um ein Verkaufsangebot von fünf Alpengipfeln, die in ihrer Höhe allesamt die Zugspitze überragen. Hintergrund war eine Internetofferte, die den Gebirgszug mit dem Monte Servin, der Punta Barale, der Cima Autour, der Punta Lucellina und der Cima Oretti rund 40 km Luftlinie nordwestlich vom Zentrum der Millionenstadt Turin entfernt zum Gegenstand hatte. Die nach Schacher, Spekulation und Ausverkauf riechende ‚Story‘ deckte dann aber doch eine eher rührselige Geschichte um ein 4 km² großes Privatgrundstück in der grajischen Gemeinde Balme auf. Der pensionierte Lehrer Italo Porzio Giusto kann zwar eine romantische Bergwelt, die er gegen sein Einfamilienhaus in Turin getauscht hatte, sein Eigen nennen, doch aus gesundheitlichen Gründen verbietet ihm sein Hausarzt jetzt den Aufstieg. Deshalb sucht er notgedrungen einen Käufer. Hoteliers oder Spekulanten scheiden als potentielle Käufer jedoch aus und bedrohen diese Naturidylle nicht, da die Einwohner offenbar geschlossen Erschließungsmaßnahmen ablehnen. Weitere gewinnorientierte Planungen erübrigen sich damit erst einmal.

Aufatmen? Vielleicht, wäre da nicht die Tatsache, dass der Grund seit Generationen zum Besitz einer alteingesessenen Hirtenfamilie gehört hatte. Keinem der Familie erschien die Fortsetzung der betrieblichen Tradition für machbar oder sinnvoll und der letzte tauschte die hochgelegenen Weiden gegen ein Einfamilienhaus in Turin. Der Rückgang der Berglandwirtschaft setzt sich also immer noch fort. Dass der Ort schon seit sehr langer Zeit von immer weniger Menschen als Wohn- und Arbeitsstandort genutzt wird, zeigt ein Blick auf die Bevölkerungsentwicklung: Um 1870 wohnten in dem kleinen Ort noch über 400 Einwohner. Nach 120 Jahren – einer Zeitspanne, in der andere Ortschaften ihre Einwohnerzahl verdoppeln oder verdreifachen konnten, hat der Ort 1990 nur noch ein Viertel der ursprünglichen Einwohnerzahl. Balme, eine Gemeinde am Ende eines Alpentaales umschlossen von hohen Bergen bietet offensichtlich nicht mehr vielen Familien eine Existenzgrundlage und

*) Dieser Artikel basiert auf der Magisterarbeit von Yven Dickhörner: „Typisierung der Bevölkerungsentwicklung in den Alpen auf Gemeindeebene“ (Erlangen 2000), die von Prof. Dr. Werner Bätzing betreut wurde. Eine Kurzfassung dieses Textes wurde in der Revue de Géographie Alpine (Grenoble) 89/2001, Heft 1, S. 11-26, veröffentlicht.

verlockt auch nicht dazu, eine solche aufzubauen. Auch das Pendeln in die arbeitsplatzreiche Stadt Turin – Überlebensstrategie vieler Bewohner, die ihr Tal und ihren Ort lieben – ist über die lange und kurvige Straße nur für wenige Menschen eine Alternative. Ein Umzug ins Zentrum oder dessen Nähe ziehen viele vor.

Es ist sicherlich kein Zufall, dass diese Geschichte aus einer Gemeinde kommt, die zu jenen 303 Alpengemeinden gehört, die in der hier vorgestellten Gemeindetypisierung der Gruppe mit der negativsten Bevölkerungsentwicklung angehört. In Orten anderer Gemeindetypen hätte sich vielleicht ein ortsansässiger Interessent engagiert und die Geschichte wäre nie über die Lokalpresse hinausgekommen. Wenn Balme kein Einzelfall ist, stellt sich die Frage, wo die anderen 302 Gemeinden der Gruppe mit stark rückläufiger Einwohnerzahl liegen, die ein ähnliches Schicksal durchlaufen? Verteilen sie sich gleichmäßig über den Alpenraum und stellen sie vereinzelte Ausnahmen dar, oder bestehen ganze Regionen aus diesen Ortschaften? Und welche anderen Bevölkerungsentwicklungsgruppen existieren noch in den Alpen, wie sehen die positivsten Entwicklungen aus und wo liegen diese Gemeinden? Diese und andere Fragen sollen im nun folgenden Beitrag erörtert werden, in dessen Zentrum die Typisierung der Alpengemeinden nach ihrer Bevölkerungsentwicklung innerhalb der letzten 120 Jahre steht.

1 Ausgangssituation

Demographische Analysen des Alpenraums waren lange Zeit aus zwei Gründen sehr erschwert: Erstens gab es keine alpenweit einheitliche Alpenabgrenzung (die detaillierte Abgrenzung der Alpen ist in demographischer Hinsicht besonders wichtig, weil der Alpenrand sehr dicht besiedelt ist) und zweitens stellte die Zugehörigkeit der Alpen zu sieben Staaten mit sieben verschiedenen statistischen Systemen ein erhebliches Hindernis dar. Deshalb gab es wenig alpenweite demographische Analysen, und die Zahl der Alpenbevölkerung differierte je nach Alpenabgrenzung sehr stark.

Diese Situation änderte sich erst mit der Verabschiedung der Alpenkonvention im Jahr 1991 und der damit verbundenen Erarbeitung des Geltungsbereiches der Alpenkonvention auf Gemeindeebene. Damit lag erstmals eine detaillierte Alpenabgrenzung vor, die einen geeigneten Ausgangspunkt für gesamtalpine demographische Analysen darstellte. Allerdings weist diese Abgrenzung noch einige kleinere Widersprüche auf (Details siehe BÄTZING 1993: 24-40), weshalb sie um 168 Gemeinden am Alpenrand (als „Berggebiet“ klassifiziert, aber unverständlicherweise nicht zur Alpenkonvention gerechnet) erweitert wurde. Damit bestehen die Alpen heute (d.h. nach der slowenischen Gebietsreform) aus 6 123 Gemeinden in sieben Staaten mit einer Fläche von 191 645 km² und 13,5 Mio. Einwohnern im Jahr 1991 bzw. 14,1 Mio. Einwohnern am 1.1.1996.

Die am Geographischen Institut der Universität Bern durchgeführten demographischen Analysen (BÄTZING 1993; BÄTZING, PERLIK, DEKLEVA 1996) zeigten sehr

deutlich, dass die Gemeindeebene unverzichtbar ist, um Wachstums- und Entvölkerungsgebiete zu identifizieren und dass bereits auf der oft verwendeten Maßstabsebene NUTS-3 (Kreise, Bezirke, départements, provincie) viele räumliche Disparitäten nicht mehr sichtbar werden, so dass es fälschlicherweise so aussieht, als gäbe es in den Alpen heute keine Entvölkerung mehr (negative Beispiele: *ABIS* 1999, *EU* 1995). Bei der Analyse der beiden Zeitschnitte 1870 und 1990 verzeichneten die Alpen insgesamt mit +74% ein unterdurchschnittliches Wachstum in Europa mit großen Entleerungsräumen v.a. in den Südwest- und Südostalpen und großen Wachstumsräumen v.a. in den westlichen Ostalpen (Verstädterung in Tallagen, Tourismus in Gebirgslagen).

Zu einem späteren Zeitpunkt wurde dann die demographische Entwicklung der Alpen auf Gemeindeebene mittels der Analyse der Zeitschnitte 1870, 1950, 1960, 1970, 1980 und 1990 weiter ausdifferenziert (BATZING 1998, 1999). Zentralstes Ergebnis war dabei der Trendbruch im Jahr 1970: Während bis zum Jahr 1970 das Wachstum der Alpenbevölkerung immer *unter* den nationalen und europäischen Werten lag (Indikator für Alpen als benachteiligter Raum in Europa), liegt es seitdem deutlich *darüber* – die Alpen entwickeln sich offenbar zu einer europäischen Gunstregion. Allerdings bedeutet dies keineswegs das Ende der scharfen inneralpinen Disparitäten: Auf 18% der Alpenfläche geht der Prozess der Entsiedlung weiter (hin zur vollständigen Entleerung von Seitentälern) und auf weiteren 18% der Alpenfläche gibt es Bevölkerungsrückgänge, während sich das Wachstum der Tourismusgemeinden abschwächt und die gut erreichbaren Tallagen und die Alpenrandgebiete in der Nähe außeralpiner Großstädte sehr hohe Wachstumsraten aufweisen.

War das räumliche Muster der Bevölkerungsentwicklung bis 1950 noch durch eher großräumige Disparitäten geprägt, so wird es v.a. nach 1980 immer kleinräumiger, so dass die Gemeindeebene immer wichtiger wird.

Im Rahmen der durchgeführten demographischen Analysen wurde der Verlauf des Bevölkerungswachstums in den Alpengemeinden bisher mit mehreren Karten für verschiedene Zeitschnitte dargestellt. War der Entwicklungsverlauf bestimmter Gemeinden oder Regionen über einen längeren Zeitraum von Interesse, mußten die verschiedenen Karten miteinander verglichen werden. So wurde beispielsweise erkennbar, dass zwischen 1870 und 1996 vom Südrand her immer mehr Gemeinden im französischen Alpenraum nach einer langen Phase des Bevölkerungsrückgangs seit 1970 eine positive Bevölkerungsentwicklung aufweisen². Eine genauere Quantifizierung war mit diesem „optischen“ Verfahren jedoch nicht möglich. Es stellte sich darüber hinaus die Frage, ob auch noch andere Trendumbrüche in der Bevölkerungsentwicklung der Alpengemeinden erfasst werden könnten. Eine Längsschnittanalyse in Form einer Typisierung sollte darüber Aufschluss geben.

Zugrunde lag die Leitidee, den Verlauf der demographischen Entwicklung der einzelnen Alpengemeinden (die Aufeinanderfolge von Wachstum/Stagnation/Abnahme) anhand der Zeitpunkte 1870, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 zu erfassen und diese

dann in charakteristische „Entwicklungstypen“ oder in sog. „Entwicklungsverlaufsklassen“ zu gruppieren.

Auch wenn nur 998 Gemeinden zu allen Zeitpunkten ein Wachstum und 583 Gemeinden zu allen Zeitpunkten einen Bevölkerungsrückgang verzeichnen, diese beiden Gegensatztypen also nur 25,8% der Alpengemeinden umfassen, so lautete – auf der Basis von Detailanalysen in ausgewählten Alpenregionen – die Hypothese, dass sich der große Rest der Alpengemeinden nicht „diffus“ verhält, sondern sich in typische Verlaufsmuster aufteilen lässt. Die Kenntnis dieser Muster oder Typen sollte dann dazu dienen, die demographische Entwicklung im Alpenraum besser zu verstehen und begründetere quantitative Aussagen machen zu können.

Um mehr über die gebildeten Gemeindetypen, die ausschließlich auf Bevölkerungsdaten basieren, aussagen zu können, wurden sie darüber hinaus auf Korrelationen mit anderen Variablen untersucht. Es sollte festgestellt werden, ob ein direkter Zusammenhang der Bevölkerungsentwicklung mit anderen Parametern wie der Höhenlage oder der Gemeindefläche besteht, oder ob andere beeinflussende Parameter isoliert werden könnten.

Datengrundlage bildete die von Werner Bätzing entwickelte und von Manfred Perlik (Bern) erweiterte Alpengemeindedatenbank mit statistischen Angaben zu allen Alpengemeinden (Name, Gemeindefläche, Seehöhe Gemeindezentrum, Bevölkerung 1870, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, für knapp 2400 Gemeinden auch ökonomische Daten) und ihrer geometrischen Darstellung in Form einer digitalen Alpengemeindekarte.

2 Die Basiseinheit

Einzugehen ist auf die räumliche Basiseinheit ‚Gemeinde‘, auf der die Analyse aufbaut. Die Wahl dieser kleinen Gebietseinheit ist wichtig, um Wachstums- und Entwicklungsgebiete angemessen identifizieren zu können. Aber sie stellt keine einheitliche Vergleichsbasis dar. Das heutige Bild der Gemeindestrukturen entstand durch unterschiedliche geschichtliche Faktoren, so dass die Gemeindegrößen in den Alpen von 2 bis 160000 Einwohnern bzw. von weniger als einem Quadratkilometer bis 468 km² reichen. Einfluss hatten hierbei auch kommunale Gebietsreformen, bei denen wie beispielsweise in Deutschland zwischen 1966 und 1985 knapp 16000 Dörfer und Altgemeinden zusammengelegt wurden (HENKEL 1995: S. 271. Tab. 12). Das bedeutet, dass sich hinter der durchschnittlichen Bevölkerungsentwicklung einer Gemeinde immer noch starke kleinräumige Unterschiede verbergen können wie beispielsweise zwischen einem stark wachsenden Siedlungsschwerpunkt im Talgrund und mehreren schrumpfenden kleineren Siedlungskernen in den höhergelegenen Seitentälern. Besonders fallen hier die slowenischen Alpengemeinden auf, die lange Zeit in „Lokalgemeinschaften“ organisiert waren, so dass hier in der Regel überdurchschnittlich viele Siedlungskerne zu einer Gemeinde gehören. Anfang der 90er

Jahre wurden die 283 zu den Alpen gehörenden slowenischen Gemeinden zu 51 Großgemeinden zusammengefasst.

Die Untersuchung auf Gemeindeebene stellt also in gewissem Rahmen schon eine Generalisierung dar, bei der vielleicht wichtige Aspekte verloren gehen. Da die Gemeinde aber die kleinste Gebietseinheit ist, für die flächendeckend und kontinuierlich statistische Daten von den Ämtern erhoben werden, gibt es jedoch keine realisierbare Alternative.

3 Grundlegendes zur Typisierung³

Eine Typisierung versucht in eine große Menge verschiedener Objekte mit unterschiedlichen Merkmalsausprägungen (Werte) in oftmals mehreren Attributen (Variablen) eine Ordnung zu bringen. Die reale, verwirrende Vielfalt soll überschaubar gemacht werden, um Vergleiche und Aussagen zu ermöglichen, die zur Theoriebildung herangezogen werden können. Ziel ist es, eine Übersicht der verbreiteten Typen zu geben, „wie häufig sie vertreten sind, in welcher Vergesellschaftung bzw. in welchem Verteilungsmuster sie auftreten“ (HASENFRATZ 1986: S. 19).

Die schwer handhabbare hohe Anzahl an Gemeinden führte bei ersten Versuchen mit festen, unterschiedlichen Grenzwerten zu unbefriedigenden Ergebnissen. Es konnte kein geeignetes Maß der Generalisierung gefunden werden, das einerseits noch Aussagen über alle fünf Zeitschritte zuließ und andererseits einen guten Überblick über alle Entwicklungen lieferte. Daher fiel die Wahl auf ein numerisches Typisierungsverfahren, das einzelne Typen bildet und Aufschluss über Charakteristika der Gemeinden gibt, ohne auf feste Grenzwerte angewiesen zu sein. Die Suche nach Grenz- oder Schwellenwerten, die in der Regel die Klassen voneinander trennen, erübrigte sich durch die hier gewählte Clusteranalyse. Entscheidend für die Typen- bzw. Klassenzugehörigkeit ist die Nähe zum jeweiligen Klassenidealtyp (bzw. Durchschnittstyp), der – je nach Verfahren mehr oder weniger stark – von jedem einzelmem Klassenmitglied beeinflusst wird. Die Typen erhalten so einen stärkeren qualitativen Aspekt.

Ein Vorteil liegt auch darin, dass eine Typisierung gegenüber einer strengen Klassifizierung nach festen Grenzwerten von den drei Grundanforderungen Ausschließlichkeit, Eindeutigkeit und Vollständigkeit im gewissen Rahmen abweichen kann. Die eingangs genannten Aufgaben werden nach wie vor gelöst. So stellen zum Beispiel die interpolierten Einwohnerzahlen der slowenischen Gemeinden für 1950 die Glaubwürdigkeit der Analyse nicht in Frage.

4 Die Clusteranalyse

Die erarbeitete und als Kartenbeilage dargestellte Typisierung ist das Ergebnis einer Clusteranalyse, einem Verfahren aus der multivariaten Statistik. Es ist wichtig

diese Methode in ihren Grundzügen zu erläutern, um die Verteilung der Gemeinden auf die Gruppen besser nachvollziehen zu können und um zu verstehen, welche Aussage über eine Gemeinde getroffen werden kann, wenn sie zu dieser oder jener Gruppe gehört.

4.1 Die Wahl des Typisierungsverfahrens und des Algorithmus

Wie bei der Typisierung letztendlich im einzelnen vorgegangen wird, schließt subjektive Einschätzungen mit ein und ist nicht vollständig objektivierbar. Um so wichtiger erscheint es diese Entscheidungen zu dokumentieren und zu erklären, damit die Ergebnisse nachvollziehbar bleiben.

Die Zahl der in Frage kommenden Algorithmen ist groß, wie die Zusammenstellung von BOCK (1974) zeigt, die bereits in den 70er Jahren entstand. Im Rahmen der Magisterarbeit wäre es nicht möglich gewesen, die bis heute entstandenen verschiedenen Verfahrensgruppen für das vorliegende Problem zu testen und zu vergleichen. Vielmehr wurde die von BAHRENBERG (1992) empfohlene „Methodologie der Regionaltaxonomie“ von FISCHER (1982) zur Auswahlentscheidung herangezogen. Dabei fiel die Wahl auf ein Verfahren zur Lösung einer sog. homogenen disjunkten hierarchischen Raumtypisierung. Da die hierbei verwendeten Variablen nur 1-stellige Prädikate (das sind Attribute, Merkmale oder Eigenschaften) annehmen, sich also nur auf jeweils eine und nicht wie etwa bei Pendlerverflechtungen auf mehrere Raumeinheiten beziehen, bezeichnet man das vorliegende Raumtypisierungsproblem als homogen. Die Benennung ‚disjunkt‘ bezeichnet die eindeutige Zuordnung jeder Gemeinde zu genau einer Klasse: Zwischen den Gruppen gibt es keine Überlappungen oder Übergangsbereiche. Der Begriff ‚hierarchisch‘ wird von der Zuordnungsvorschrift während des statistischen Verfahrens der hier verwendeten Clusteranalyse abgeleitet. Eine in einem frühen Zuordnungsschritt einmal zugeteilte Gemeinde kann in den folgenden Schritten von einem Cluster nicht mehr getrennt werden. Vielmehr werden ähnliche Cluster zu immer größeren Einheiten zusammengefasst.

Alternativ zu hierarchischen werden auch häufig nicht-hierarchische Verfahren (z.B. k-means-Algorithmus von MACQUEEN 1967) für die Typisierung eingesetzt, da sie Umgruppierungen der Objekte in jedem Zuordnungsschritt zulassen. Anfangs zugeordnete Objekte können bei diesem Verfahren später aus den ursprünglichen Clustern herausgelöst werden und besser passenden Clustern neu zugeordnet werden. Voraussetzung für ein solches Verfahren ist jedoch in der Regel, dass die Anzahl der Cluster und idealer Weise auch die Ausgangstypen vor Beginn der Analyse festgelegt sind. Hierzu werden wiederum multivariate Verfahren vorgeschaltet. Im Rahmen der Magisterarbeit wurde der direkte Weg über das hierarchische Partitionsverfahren gewählt. Erst abschließend diente ein nicht-hierarchisches Verfahren zur Optimierung der Clusteranalyse und zur Verteilung der ‚Ausreißer‘ auf die Cluster.

4.2 Die Vorgehensweise

FISCHER (1982: S.50) definiert fünf Phasen des Arbeitsprozesses der Clusteranalyse:

1. Die Formulierung des Problems
2. Die Datenerhebung und der Entwurf des Attributenraums
3. Die Ähnlichkeits- bzw. Distanzmessung der Raumbasiseinheiten (hier Gemeinden) im Attributenraum
4. Der regionaltaxonomische Prozess – die Typisierung der Gemeinden
5. Diagnose und Beurteilung des Ergebnisses

4.2.1 Phase 1 und 2

Die Formulierung des Problems

Die Zielvorgabe war die Typisierung aller Alpengemeinden nach ihrer Bevölkerungsentwicklung zwischen 1870 und 1990. Grundlage hierfür waren die absoluten Bevölkerungsstände der Gemeinden für 1870, 1950, 1960, 1970, 1980 und 1990 aus der Alpengemeindendatenbank. Anzumerken ist hierzu natürlich, dass in den sieben Alpenländern die Bevölkerungsdaten nicht immer im gleichen Jahr erhoben wurden. Besonders die Intervalle der französischen Zensusserhebungen fallen nicht so glatt auf die oben genannten Zeitschnitte. Da hier aber vor allem der Entwicklungsverlauf interessiert – beobachtet mindestens in Dekadenschritten – können kleinere Abweichungen hingenommen werden.

Die Datenerhebung und der Entwurf des Attributenraums

Die Normierung des Attributenraums

Eine weitere Besonderheit stellt der erste Zeitschritt von 1870 bis 1950 dar, der sich über 80 Jahre erstreckt. Mit diesem großen Sprung wird der Wandel von der Agrargesellschaft von 1870 zur Industriegesellschaft von 1950 zusammengefasst. Gleichzeitig werden die demographischen Auswirkungen der beiden Weltkriege geglättet. Dieser Zeitschritt ist als Ausgangspunkt zu sehen, der die Bewertung der Entwicklung nach 1950, die von größerem Interesse ist, erleichtert. Für den Entwurf des Attributenraums, also die Entscheidung darüber, wie die Daten der Clusteranalyse übergeben werden, ist die erste Zeitspanne mit 80 Jahren auf den ersten Blick nicht unproblematisch, da die Clusteranalyse Variablendaten erfordert, die in ihren Ausprägungen numerisch ähnlich sind. Es stört nicht, wenn Variablen unterschiedliche Einheiten besitzen, wie etwa tägliche Pendeldistanz in km und Höhe des Jahreseinkommens in DM. Entscheidend ist viel mehr, ob sie gleichgroße Skalen abdecken. Das Jahreseinkommen gemessen in mehreren Tausend ist numerisch stärker als die wohl maximal 50 km tägliche Pendlerstrecke und hätte bei der Clus-

terung daher viel größeres Gewicht, egal, ob das für die Analyse sinnvoll ist oder nicht. Im vorliegenden Fall der Bevölkerungsdaten sind zwar die Einheiten gleich, aber es ergeben sich im ersten Zeitschritt größere Veränderungen als in den anderen, zehn Jahre andauernden Zeitschritten, so dass die Veränderungen zwischen 1870 und 1950 größere Bedeutung erhalten würden. Eine weitere Verzerrung ergibt sich außerdem durch die unterschiedlichen Größen der Gemeinden. Ist für eine 20000 Einwohner zählende Gemeinde eine Veränderung um 500 sehr wenig, bedeutet dies für ein Dorf mit 400 Einwohnern mehr als eine Verdoppelung. Um die beschriebenen, unerwünschten Gewichtungen zu vermeiden, wurde die

relative Zuwachsrate pro Jahr rz für den Zeitraum t_1 bis t_2

$$rz_{(t_2-t_1)} = \frac{z_{(t_2-t_1)}}{B_{t_1}} \times 100$$

$$rz_{(t_2-t_1)} = \frac{B_{t_2} - B_{t_1}}{B_{t_1} \Delta t} \times 100 = \frac{B_{t_2} - B_{t_1}}{\Delta t \times B_{t_1}} \times 100$$

t_1 und t_2 : Zeitpunkte zu denen die Bevölkerungsstände B_{t_1} und B_{t_2} festgestellt werden;

z : absoluter Bevölkerungszuwachs innerhalb der Zeitpunkte t_1 und t_2 pro Jahr; für die Typisierung herangezogen.

Für die Clusteranalyse wird also ein lineares Wachstumsmodell für die Bevölkerungsveränderung zwischen zwei Zeitpunkten zugrunde gelegt. Es unterstellt also, im Gegensatz zu geometrisch gemittelten Wachstumsraten, dass innerhalb eines Zeitschrittes in jedem Jahr die gleiche absolute Bevölkerungsveränderung stattfindet, die relative Zuwachsrate also konstant bleibt. Mit dieser Vereinfachung ist gewährleistet, dass der große Zeitschritt ähnlich gewichtet wird wie die kleinen. Der Effekt, dass der Zeitschritt von 1870 bis 1950 durch die Wahl des Parameters eher unterbewertet wird, ist durchaus erwünscht, da wie eingangs erwähnt, er eher als Orientierung dienen soll. (Bei der Verwendung der geometrisch gemittelten Wachstumsrate ergäben sich für den langen Zeitschritt noch kleinere Werte.)

Durch Verwendung der Variablen ‚relative Zuwachsrate‘ ist der Attributenraum weitgehend normiert. Damit ist eine wichtige Bedingung für das „regionaltaxonomische“ Verfahren und auch „alle anderen multivariaten numerischen Verfahren“ erfüllt, die „auf direkte zahlenmäßige Vergleiche angewiesen“ sind. Man kann also

sagen, dass für die fünf metrischen Variablen „einer bestimmten Zahl auf allen (vereinheitlichten) Merkmalskalen dieselbe quantitative Bedeutung“ zukommt. (FISCHER 1982: S. 56) Es bleibt aber zu berücksichtigen, dass die Bevölkerungsveränderungen im ersten Zeitschritt stärker gemittelt werden und daher im Vergleich zu den kurzen Zeitschritten kleiner ausfallen.

Forderung nach linearer Unabhängigkeit der Variablen

Eine weitere Anforderung der Clusteranalyse ist die lineare Unabhängigkeit der Variablen, das heißt, dass nicht der gleiche Sachverhalt über verschiedene Variablen mehrmals in eine Analyse einfließt. Das Bestimmtheitsmaß B , das aus dem quadrierten Korrelationskoeffizienten der Variablen hervorgeht und erklärt, welcher Prozentsatz der Varianz einer Variablen mit einer anderen Variablen begründet werden kann, (vgl. BAHRENBERG 1999: S. 150) ist für die ‚relative Zuwachsrate‘ für 1970-1980 und 1980-1990 mit 0,70 (~7 %) (vgl. Tab. 1) am größten. Der Zusammenhang ist aber immer noch klein genug um auf eine korrigierende Hauptkomponentenanalyse zu verzichten.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten r für die Variablen ‚relative Zuwachsrate‘. Zwischen r_z 1970-1980 und r_z 1980-1990 ist die Korrelation mit 0,265 am größten. Das Bestimmtheitsmaß B ($B = r^2 = 0,070225$) liegt jedoch bei nur ~7%.

| | $rZ_{1870-1950}$ | $rZ_{1950-1960}$ | $rZ_{1960-1970}$ | $rZ_{1970-1980}$ | $rZ_{1980-1990}$ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| $rZ_{1870-1950}$ | 1,000 | | | | |
| $rZ_{1950-1960}$ | 0,185 | 1,000 | | | |
| $rZ_{1960-1970}$ | 0,150 | 0,155 | 1,000 | | |
| $rZ_{1970-1980}$ | 0,013 | 0,142 | 0,176 | 1,000 | |
| $rZ_{1980-1990}$ | -0,091 | 0,014 | 0,112 | 0,265 | 1,000 |

Die Verteilung der Variablenwerte auf die Wertebereiche

Neben der Normierung der Variablenwerte erfordert die Clusteranalyse möglichst auch deren Normalverteilung bzw. deren Normalisierung, das heißt, dass die Variablenwerte auf den Skalen ähnlich verteilt sind. Selbst wenn zwei Variablen beispielsweise Werte zwischen 0 und 100 einnehmen, können sie das Ergebnis unterschiedlich stark beeinflussen. Dann nämlich, wenn bei der einen Variablen fast alle Werte zwischen 90 und 100 gedrängt liegen und bei der anderen eine gleichmäßige Verteilung zwischen 10 und 100 vorliegt. Von außen sieht es nun so aus, also ob die Werte

der ersten Variablen alle mehr oder weniger am oberen Ende liegen, für alle Objekte also fast gleich sind und die Variable daher eigentlich kein richtiges Merkmal darstellt.

Bei den vorliegenden Variablen können die Prozentwerte für die positiven relativen Zuwachsraten im Gegensatz zu den negativen, die nach unten begrenzt sind⁴, sehr groß werden. Die Variablenwerte weisen also eine Asymmetrie in ihrem Wertebereich auf. Die positiven Werte wiegen stärker als die negativen. Deshalb müsste mit den Werten genau genommen beispielsweise eine Gaußtransformation durchgeführt werden. Dies würde allerdings zu schwerer interpretierbaren Ergebnissen führen und ginge zu Lasten der Verständlichkeit aufgrund stärker abstrahierter Werte. Im vorliegenden Fall würde die geringe Verbesserung der Ergebnisse dies nicht unbedingt rechtfertigen. Nach FISCHER (1982: S. 68) wird ein solches Abwägen im Zusammenhang mit der Schiefe eingeräumt. Man sollte aber berücksichtigen, dass bei der Clusterung die negativen Prozentwerte der Zuwachsraten etwas unterrepräsentiert dargestellt werden.

Fehlende Daten

Ein anderes Problem stellen fehlende Daten für die Clusteranalyse dar. Nur Gemeinden mit Werten zu allen Variablen können bei der Typisierung berücksichtigt werden. Um diese Bedingung zu erfüllen, mussten einige Daten interpoliert werden. So fehlen für die slowenischen Gemeinden die Bevölkerungsstände für 1950. Sie wurden aus den Bevölkerungszahlen von 1870 und 1960 unter Verwendung der mittleren (geometrischen) Wachstumsrate interpoliert. Für die Gemeinde Naklo fehlte darüber hinaus der Wert für 1870. Deshalb wurde hier ersatzweise der arithmetische Mittelwert der slowenischen Gemeinden mit Bevölkerungszahlen zwischen 2000 und 5000 Einwohner eingesetzt.

Bei den übrigen Gemeinden mit fehlenden Bevölkerungsständen wurde ebenso verfahren. Dabei handelt es sich um Gemeinden, die 1870 noch nicht existierten. Um sie dennoch in die Analyse einbeziehen zu können, wurden die entsprechenden Werte ebenfalls mit der Formel der mittleren Wachstumsrate geschätzt. Allerdings wurde hier die mittlere (geometrische) Wachstumsrate herangezogen, die sich für den Zeitschritt 1950-1990 ergibt, um dem langen Zeitschritt 1870-1950 gerechter zu werden. Einzig die Gemeinde Chamrousse wurde nicht in die Analyse einbezogen, da die junge Gemeinde erst ab 1980 existiert.

4.2.2 Phase 3 und 4

Die Ähnlichkeits- bzw. Distanzmessung

Nachdem die Variablenwerte festgelegt wurden, erfolgt nun die Distanzmessung der einzelnen Objekte im Attributenraum, der durch die Skalen der Variablen aufgespannt wird. Die Variablenwerte dienen so als Koordinaten, die den Objekten im

Raum einen definierten Punkt zuweisen. Die Distanz zwischen diesen festgelegten Punkten wird bei der Clusterung als Maß für die Ähnlichkeit der Objekte interpretiert. Für die vorliegende Arbeit wurde als Ähnlichkeitsmaß die euklidische Distanz gewählt, die einen Spezialfall der Minkowski-Metriken (vgl. FISCHER 1982: S. 82) darstellt.

$$\text{Euklidische Distanz: } d_2(X_i, X_j) := \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

i und $j = \{1, 2, \dots, n\}$ Zähler Objekte; p = Anzahl der Attribute; k Zähler Attribute = $\{1, 2, \dots, p\}$; d = Distanz; X = Vektor des Objektes im Attributenraum; x = Wert in k -te Achsenrichtung

Mit dieser Formel wird die Distanz, d.h. also die Ähnlichkeit zwischen den Gemeinden bezüglich ihrer Bevölkerungsentwicklung hergestellt. Je mehr sich ihre Bevölkerungsdaten ähneln, desto näher liegen sie im Attributenraum zusammen.

Der regionaltaxonomische Prozess – die Typisierung der Gemeinden

Die Wahl des Verfahrens und die eigentliche Clusterung

Nachdem die Abstände bekannt sind, muss nun ein Verfahren ausgewählt werden, das die Objekte so zusammenfasst, dass Gruppen entstehen, die sich möglichst eindeutig voneinander unterscheiden (Heterogenität nach außen), aber in ihrem Inneren aus möglichst ähnlichen Elementen zusammengesetzt sind (Homogenität nach innen).

Fischer (1982: S. 108) empfiehlt aggregative hierarchische Verfahren zur Lösung des disjunkten Raumtypisierungsproblems. Ausgangspunkt ist die „feinste Partition“, bei der jede Gemeinde einen eigenen Typ (Cluster oder Gruppe) darstellt. Dann werden Schritt für Schritt jeweils die zwei Typen zu einem neuen zusammengefasst, die untereinander das kleinste Distanzmaß besitzen, sich also am ähnlichsten sind. Im weiteren Verlauf muss nun entschieden werden, wie die Raumtypen, die bereits aus mehreren Gemeinden bestehen, miteinander verglichen werden. Gängig sind das Single-Linkage-, das Complete-Linkage- und das Average-Linkage-Verfahren. Beim Single-Linkage-Verfahren bestimmen die beiden Gemeinden die Distanz der zwei Gruppen, die untereinander das kleinste Distanzmaß aufweisen. Das Complete-Linkage-Verfahren misst die Ähnlichkeit zweier Raumtypen anhand der beiden Gemeinden, die am weitesten auseinander liegen. Das Average-Linkage-Verfahren berechnet alle Distanzen zwischen den Gemeinden zweier Gruppen und bildet daraus einen mittleren Abstand. Anders geht das hier angewandte Ward-Verfahren vor. Es gruppiert die beiden Typen, bei denen die Erhöhung der Gesamtvarianz am geringsten ist. Hierzu wird für jeden Typ zunächst die innere Clustervarianz berech-

net, das heißt die durchschnittliche Abweichung von der durchschnittlichen Distanz der Gemeinden von ihrem jeweiligen Clustermittelpunkt (Zentroid). Anschließend werden diese Clustervarianzen aufsummiert. Im nächsten Schritt wird testweise für jede mögliche Typenverschmelzung die Summe der Clustervarianzen neu berechnet. Die Typenkombination, die die Gesamtclustervarianz am geringsten ansteigen lässt, wird schließlich vereinigt.

Das Wardverfahren anhand eines Beispiels

Das Prinzip des Verfahrens soll an einem kleinen Beispiel erläutert werden, wobei hier nicht wie oben angegeben mit der Varianz, sondern mit der Abweichung gerechnet wird (vgl. WARD 1963):

Gegeben seien 10 Objekte mit jeweils einer Variable. Die Wertemenge der 10 Objekte sei $\{2,6,5,6,2,2,2,0,0,0\}$. Mit Hilfe des arithmetischen Mittels (hier 2,5) können die 10 Objekte repräsentiert werden. Die Summe der quadrierten Abweichungen (SQA),

$$SQA = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(x_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \right)^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

mit \bar{x} als arithmetisches Mittel

gibt Auskunft darüber, wie gut der Mittelwert 2,5 die 10 Objekte repräsentiert. Sie liegt mit 50,5 sehr hoch, somit liegt ein hoher Informationsverlust vor und die Aussagequalität des Mittelwertes ist niedrig. Wie hier die Aussagekraft des Mittelwertes abgeschätzt werden kann, ist es auch möglich, die Qualität von Gruppierungen abzuschätzen.

Startet man eine Clusteranalyse, stellt jedes Objekt seine eigene Gruppe dar: $\{2\}, \{6\}, \{5\}, \{6\}, \{2\}, \{2\}, \{2\}, \{0\}, \{0\}, \{0\}$. Die Abweichung der Werte von ihrem Gruppendurchschnitt ist zu dem Zeitpunkt natürlich Null und somit auch die Summe aller SQAs der einzelnen Objekte. Die Qualität der Gruppierung ist am höchsten, es gibt keinen Informationsverlust.

Nun müssen Schritt für Schritt Gruppen vereinigt werden, so dass die Summe der SQAs so gering wie möglich bleibt. Nach sechs Schritten hat sich die Summe der SQAs noch nicht erhöht, sie bleibt bei Null: $\{2,2,2,2\}, \{6,6\}, \{5\}, \{0,0,0\}$. Erst im siebten Schritt erhöht sich die Gesamtabweichung je nach Fall um:

1. Fall: $\{2,2,2,2\} \cup \{5\}$: $SQA_{(2,2,2,2,5)} = 7,2$
2. Fall: $\{6,6\} \cup \{5\}$: $SQA_{(6,6,5)} = 0,67$
3. Fall: $\{0,0,0\} \cup \{5\}$: $SQA_{(0,0,0,5)} = 18,75$
4. Fall: $\{2,2,2,2\} \cup \{0,0,0\}$: $SQA_{(2,2,2,2,0,0,0)} = 6,86$
5. Fall: $\{2,2,2,2\} \cup \{6,6\}$: $SQA_{(2,2,2,2,6,6)} = 21,3$
6. Fall: $\{0,0,0\} \cup \{6,6\}$: $SQA_{(0,0,0,6,6)} = 43,2$

Als nächstes würden also die Gruppen $\{6,6\}$ und $\{5\}$ zur neuen Gruppe $\{5,6,6\}$ vereinigt. Die Summe aller SQAs steigt somit im Fall 2 am geringsten auf

$$\Sigma SQA = SQA_{(2,2,2,2)} + SQA_{(0,0,0)} + SQA_{(5,6,6)} = 0 + 0 + 0,67 = 0,67$$

Für den nächsten Schritt ergeben sich folgende Möglichkeiten:

1. Fall: $\{2,2,2,2\} \cup \{0,0,0\}$: $SQA_{(2,2,2,2,0,0,0)} = 6,86$
2. Fall: $\{2,2,2,2\} \cup \{5,6,6\}$: $SQA_{(2,2,2,2,5,6,6)} = 23,7$
3. Fall: $\{5,6,6\} \cup \{0,0,0\}$: $SQA_{(5,6,6,0,0,0)} = 48,8$

Es wird Fall 1 ausgewählt, so dass die Clusterung nun so aussieht:

$\{0,0,0,2,2,2,2\}$ und $\{5,6,6\}$ mit

$$\Sigma SQA = SQA_{(0,0,0,2,2,2,2)} + SQA_{(5,6,6)} = 6,86 + 0,67 = 7,53$$

Im letzten Schritt steigt die Summe der SQAs dann auf 50,5.

Nach Fischer (1982: 126) zählt das Ward-Verfahren, „wenn weder der Forderung nach interner Homogenität noch der Forderung nach externer Separation eine eindeutige Vorrangstellung eingeräumt werden soll [...], zu den leistungsfähigsten regionaltaxonomischen Strategien zur Lösung des disjunkten hierarchischen Raumtypisierungsproblems“.

Ausreißer

Das Modul ADVANCED STATISTICS im Statistikprogramm SPSS/PC+ 9.0 bietet die Möglichkeit zur Clusteranalyse nach Ward. Bei den ersten Durchläufen erweisen sich sogenannte ‚Ausreißer‘ als störend. Ihre extremen Werte führen zu vielen kleinen Clustern, auf die sich jeweils nur wenige Spezialfälle verteilen und wenige große Cluster, in denen stark generalisierend der Großteil der Alpengemeinden zusammengefasst wird. Es kommt zu unproportionierten Clustergrößen mit stark

unterschiedlicher qualitativer Aussagekraft. Deshalb werden alle Gemeinden mit relativen Zuwachsraten über +10%/a bzw. unter -10%/a in einem Zeitschritt zunächst aus der Analyse herausgenommen. Durch diesen Schwellenwert bleiben 154 Gemeinden (~2,5% aller Datensätze) bei der Analyse zunächst unberücksichtigt. In Tabelle 2 erkennt man deutlich, dass sich die Gemeinden ohne ‚Ausreißer‘ viel gleichmäßiger auf alle 15 Cluster verteilen. Erst am Ende der Typisierung sind die ‚Ausreißer‘ im Rahmen der Optimierung in einem gesonderten Durchlauf mit der Quickclusteranalyse unter SPSS den passendsten Clustern zugeordnet worden (vgl. Tab. 4)

Tabelle 2: Darstellung des Unterschieds zwischen der Clusteranalyse mit und ohne Ausreißer anhand der jeweiligen Clustergrößen. Ohne Ausreißer wird die Clusterstärke viel gleichmäßiger.

| Cluster | Anzahl der Gemeinden | Anzahl der Gemeinden |
|---------|----------------------|----------------------|
| 1 | 191 | 88 |
| 2 | 266 | 596 |
| 3 | 2660 | 229 |
| 4 | 1133 | 366 |
| 5 | 54 | 223 |
| 6 | 356 | 224 |
| 7 | 417 | 775 |
| 8 | 8 | 47 |
| 9 | 828 | 174 |
| 10 | 170 | 392 |
| 11 | 29 | 522 |
| 12 | 2 | 216 |
| 13 | 7 | 306 |
| 14 | 1 | 356 |
| 15 | 1 | 1455 |

Beispiel einer Verteilung von allen Alpengemeinden auf 15 Cluster (n=6.123 Gemeinden) und einer Verteilung der Alpengemeinden ohne 154 ‚Ausreißer-Gemeinden‘ auf 15 Cluster (n=5.969 Gemeinden)

Die Anzahl der Cluster

Eine wichtige Entscheidung muss hinsichtlich der Anzahl zu bildender Cluster gefällt werden. Die verschiedenen Typen sollten alle charakteristischen Entwicklungen erfassen ohne dabei unübersichtlich oder auf der anderen Seite zu pauschalierend zu sein. Als Orientierung dient hier die von SPSS ausgegebene Zuordnungs-

übersicht, die jeden Schritt der Typisierung dokumentiert. In ihr werden jeweils die beiden Cluster benannt, die zusammengefasst werden, der dazugehörige Distanzkoeffizient, in welchem Zuordnungsschritt sie gebildet wurden und wann das neu gebildete Cluster⁶ eventuell erneut zugeordnet wird. BAHRENBERG (1992: 288f.) empfiehlt die Analyse dort zu beenden, wo weitere Vereinigungen von Clustern zu sprunghaft ansteigenden Distanzkoeffizienten führen. Im vorliegenden Fall liegt der Startwert des Distanzkoeffizienten für den ersten Zuordnungsschritt bei 0,002744 gegenüber 79 769 für den letzten. Verfolgt man die Zuwächse für den Distanzkoeffizienten von Analyseschritt zu Analyseschritt auf der Suche nach auffälligen Sprüngen, so kommen gegen Ende mehrere Abbruchpunkte in Frage (zum Beispiel bei 23 Cluster oder bei 8). Als zusätzliche Orientierung diente daher die Formel von Sturges, die angibt, in wie viele Klassen ein Wertebereich in Abhängigkeit der Objektanzahl eingeteilt werden sollte, so dass noch repräsentative Klassen erhalten bleiben (vgl. Bahrenberg 1999: 32). Aus ihr leitet sich eine Anzahl von 14 Clustern ab. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Clustergrößen wird die Anzahl zunächst auf 15 Cluster festgelegt. Das Ergebnis dieser Verteilung der Gemeinden ist in Tabelle 2 zu sehen.

Auflösen des stärksten Clusters in drei kleinere

Der Distanzkoeffizient ist bei 15 Clustern schon sehr hoch und man kann von einer relativ starken Generalisierung innerhalb der Cluster ausgehen. Aus diesem Grund ist das ursprünglich klassenstärkste Cluster (Nr. 15 mit 1.455 Gemeinden, vgl. Tab. 2) nachträglich anhand der Zuordnungsübersicht in die drei Cluster zerlegt worden, aus denen es zuletzt hervorging. Die gleiche Anzahl Cluster hätte man zwar mit einem um zwei Zuordnungsschritte vorverlegten Stopp der Analyse erreicht. Es wären dann aber nur zwei unbedeutend kleine Cluster hinzugewonnen worden.

4.2.3 Phase 5

Diagnose und Beurteilung des Ergebnisses

Streuung um den Zentroiden

Um zu wissen welchen Entwicklungsverlauf ein Cluster repräsentiert, wird der Durchschnitt der relativen Zuwachsraten aller Gemeinden zu jedem Zeitschritt gebildet. So erhält man für jede Gruppe einen Zentroiden. Betrachtet man die Streuung der Gemeinden um den jeweiligen Zentroiden, kann man den Generalisierungsgrad innerhalb eines Clusters ermitteln. Anschaulich wird die Generalisierung am Cluster 3 mit 229 Gemeinden in Abbildung 1 dargestellt. Deutlich ist die Streuung um den Zentroiden (dicke, graue Linie) des Clusters zu sehen. Die eigentliche Stärke der Clusteranalyse ist jedoch, dass sie Gemeinden zusammenfasst, die der zentralen Aussage (Charakteristik) des Clusters folgen (siehe auch „Darstellung der Güte der Cluster“ weiter unten).

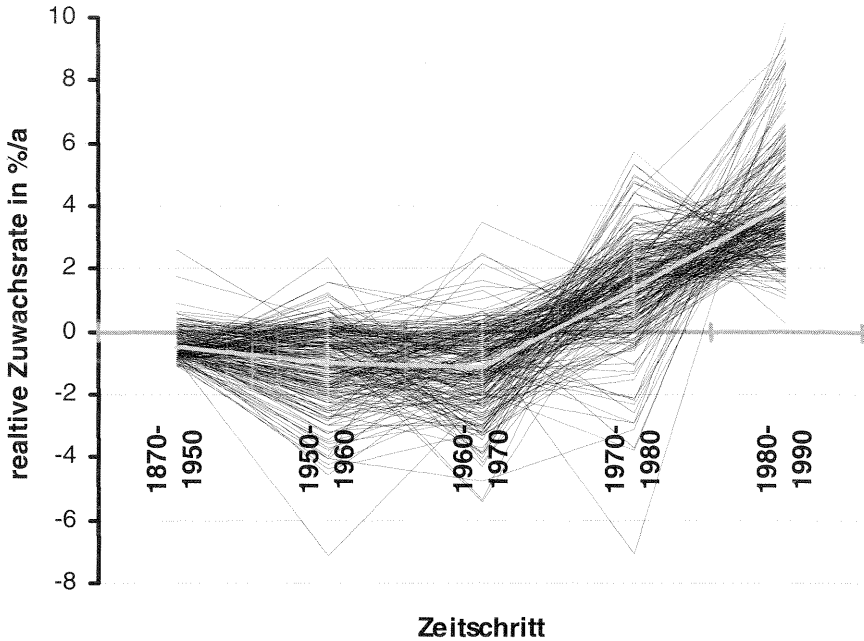


Abb. 1: Streuung der Entwicklungsverläufe (ausgedrückt durch die relativen Zuwachsrates) der Gemeinden des Clusters 3 um den Zentroiden

Optimierung mit der Quickcluster-Analyse

Wie bereits erwähnt wurde die Analyse nach Ward am Ende mit einem nicht-hierarchischen Verfahren der Quickcluster-Analyse nachträglich optimiert. Es ordnet vor allem Gemeinden neu zu, die durch frühe Zuordnungsschritte an Cluster angebunden wurden, die sie am Ende der Analyse nicht mehr richtig repräsentieren. Entscheidend für die Zuordnung ist die euklidische Distanz der Gemeinde zu vorgegebenen Zentroiden. Diese werden aus der Clusteranalyse nach Ward übernommen. Nach der neuen Zuordnung der Gemeinden verschieben sich die Zentroide, da sich die Gruppenzusammensetzung verändert hat. Die neu berechneten Zentroide können wiederum als Vorgabe für einen neuen Durchlauf dienen und zwar so lange, bis sich die Clusterzentren nicht mehr verändern. Um die tatsächliche Verbesserung des Ergebnisses zu ermitteln, wird die mittlere Distanz aller Gemeinden zu ihren Zentroiden berechnet. Nach fünf Durchläufen der Quickcluster-Analyse mit den Ausgangsdaten der Ward-Analyse nimmt die mittlere Distanz nicht weiter ab (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: Verbesserung der Ward-Analyse mit Quickcluster. Die mittlere Distanz verändert sich nach 5 Durchläufen nicht mehr.

| Durchlauf | Mittlere Distanz aller Gemeinden zu ihrem Clusterzentrum |
|-----------|--|
| 1 | 1,763 |
| 2 | 1,750 |
| 3 | 1,743 |
| 4 | 1,741 |
| 5 | 1,740 |

Tabelle 4: Endergebnisse nach der Aufteilung von Cluster 15 in Cluster 15, 16 und 17, Verbesserung durch die Quickcluster-Analyse und nachträgliche Zuordnung der Ausreißer, die nicht für die Zentroiden berücksichtigt wurden

| relative Zuwachsrate für die Zeitschritte in Prozent pro Jahr | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-----------------|
| Cluster | 1871-1951 | 1951-1961 | 1961-1971 | 1971-1981 | 1981-1991 | Anzahl der Gemeinden | davon Ausreißer |
| 1 | -0,49 | -0,71 | 0,16 | 7,76 | 2,15 | 185 | 77 |
| 2 | -0,21 | -1,24 | -1,25 | 0,12 | 0,12 | 591 | |
| 3 | -0,50 | -1,32 | -0,50 | 0,94 | 5,22 | 172 | 15 |
| 4 | -0,36 | -0,39 | -0,31 | 3,91 | 1,58 | 321 | |
| 5 | 1,95 | 5,30 | 3,90 | 1,26 | 0,76 | 79 | 15 |
| 6 | 0,59 | 1,11 | 4,54 | 1,88 | 1,66 | 210 | 14 |
| 7 | 0,44 | 0,46 | 1,38 | 1,05 | 0,75 | 730 | |
| 8 | 0,32 | 2,08 | 3,14 | 6,12 | 2,74 | 126 | 23 |
| 9 | 4,20 | 0,36 | 0,87 | 0,48 | 0,36 | 155 | 9 |
| 10 | -0,10 | -0,07 | 0,03 | 0,74 | 2,24 | 459 | |
| 11 | -0,38 | -2,05 | -2,78 | -1,90 | -1,60 | 303 | |
| 12 | -0,48 | -1,18 | -1,04 | -2,16 | 2,31 | 251 | |
| 13 | -0,17 | -0,75 | -0,97 | -1,50 | -0,77 | 606 | |
| 14 | 0,63 | -1,83 | 0,92 | 1,02 | 1,00 | 275 | |
| 15 | 1,05 | 2,03 | 2,12 | 0,56 | 0,53 | 315 | |
| 16 | 0,22 | -0,09 | 0,13 | -0,11 | 0,09 | 1064 | |
| 17 | 0,36 | 1,74 | -0,50 | -0,25 | -0,02 | 281 | 1 |

Qualitative Beurteilung der Cluster

Nach der Analyse gibt ‚Quickcluster‘ in einer Tabelle für jede Gemeinde die euklidische Distanz zu ihrem jeweiligen Clusterzentrum aus. Daraus ist erkennbar, wie stark die Gemeinden um ‚ihren‘ Zentroiden streuen, wie genau also ein Zentroid die Gemeinden des Clusters repräsentiert. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Gemeinden nach ihrem Distanzmaß und dem jeweiligen Cluster aufgezeichnet. Betrachtet man den Graphen für alle Gemeinden (dicke Linie mit Punkten) so kann man erkennen, dass 90% aller Gemeinden eine euklidische Distanz unter 3 zu ihrem Zentroiden aufweisen. Am wenigsten weichen die Gemeinden des Clusters 16 vom Zentroiden ab. Noch 95% aller Gemeinden liegen näher als 2 am Clustermittelpunkt. Löst man die Formel der euklidischen Distanz nach x_i auf, so erhält man eine durchschnittliche Abweichung der relativen Wachstumsraten in Prozent pro Jahr. Für eine euklidische Distanz von 2 bedeutet das, bezogen auf die einzelnen Zeitschritte, eine mittlere Abweichung von 0,89 %/a vom jeweiligen Wert des Zentroiden.

Mittlere Abweichung vom Zentroiden:

$$\text{Euklidische Distanz: } d_2(X_i, X_j) := \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

i und j : $\{1, 2, \dots, n\}$ Zähler Objekte; p : Anzahl der Attribute; k : Zähler Attribute = $\{1, 2, \dots, p\}$; d = Distanz; X : Vektor des Objektes im Attributenraum; x : Wert in k -te Achsenrichtung

Fasst man $x_{ik} - x_{jk}$ als eine Differenz Δx_{ijk} zusammen und betrachtet man die Distanz einer Gemeinde j vom Zentroiden Z , so ergibt sich:

$x_{Zk} - x_{jk} = \Delta x_{Zjk}$ als Abweichung des k -ten Attributenwertes x_j des Objektes j vom Zentroiden Z . Über die einzelnen Differenzen Δx_{ijk} lässt sich mit Hilfe der euklidischen Distanz keine Aussage mehr machen. Immerhin kann die mittlere Abweichung $\Delta \bar{x}$ berechnet werden:

$$\frac{\Delta x_{Zj1} + \Delta x_{Zj2} + \Delta x_{Zj3} + \Delta x_{Zj4} + \Delta x_{Zj5}}{5} = \Delta \bar{x}$$

Wenn man den Spezialfall annimmt, dass alle Werte die gleiche Abweichung $\Delta \bar{x}$ haben, dann gilt folgendes:

$$D = \sqrt{\sum_{k=1}^5 (\Delta x_{Zjk})^2} \Rightarrow \sqrt{\sum_{k=1}^5 (\Delta \bar{x})^2} = \sqrt{5(\Delta \bar{x})^2} \Rightarrow D^2 = 5(\Delta \bar{x})^2$$

Nach endgültigem Auflösen erhalten wir für die mittlere Abweichung $\Delta \bar{x}$ der relativen Zuwachsraten zu den fünf Zeitschritten:

$$\frac{1}{\sqrt{5}} D$$

Eine Euklidische Distanz von unter 3 bei 90% der Gemeinden bedeutet also, dass für 90 % die Variablenwerte der Gemeinden – wäre der Fehler in jedem Zeitschritt gleich groß – nicht weiter als 1,34 %/a über oder unter dem Verlauf des Zentroiden liegen würde. Da man nicht von einem gleichen Fehlerbetrag in allen Zeitschritten ausgehen kann, wird die Abweichung für manche Zeitschritte größer, für manche entsprechend kleiner sein. Die Summe der Fehler bleibt jedoch gleich.

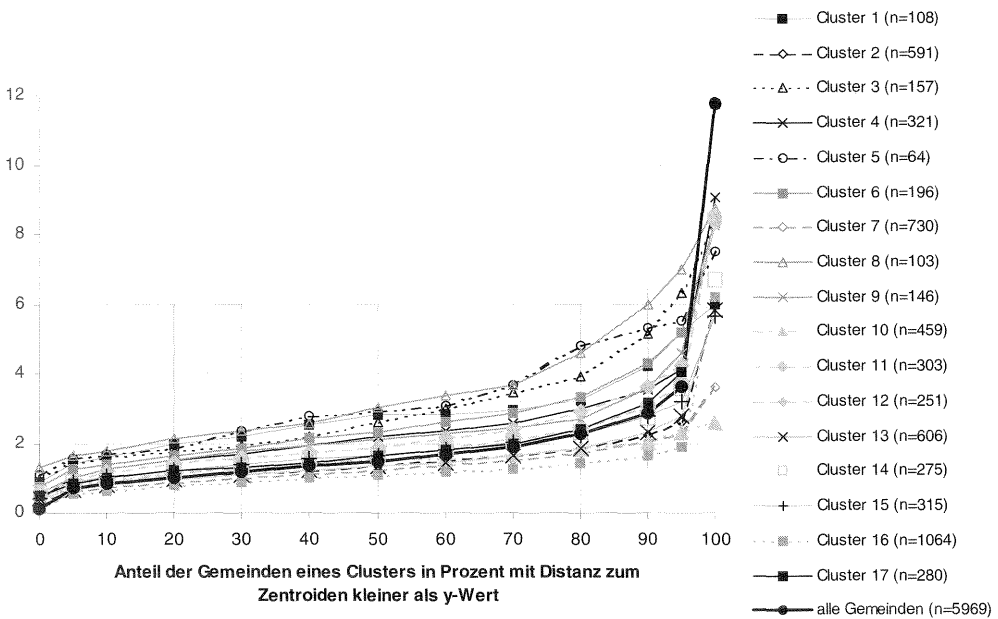


Abb. 2: Güte der einzelnen Cluster. Nimmt man beispielsweise für Cluster 8 den Rechtswert 90% und den Hochwert 6, dann bedeutet das, dass 10% der Gemeinden eine größere Distanz zum Zentroiden haben als 6. Löst man die Formel für die Distanz nach x auf, so erhält man einen Mittelwert für $(x_i - x_{\text{Zentroid}}) = 2,7\%/a$. Das heißt, die Abweichung der Kurve dieser Gemeinden ist im Mittel für jeden Zeitschritt 2,7%/a

Darstellung der Güte der Cluster

Abbildung 2 gibt Auskunft über die Güte der einzelnen Cluster. Die kleineren Cluster tendieren zu einer größeren Streuung. Der Kurve für alle Alpengemeinden (ohne Ausreißer) kann man entnehmen, dass 70% aller Gemeinden eine kleinere mittlere Abweichung zu ihrem Clusterzentrum als 0,89%/a aufweisen. In diesem Zusammenhang ist auch noch einmal auf das Diagramm 1 hinzuweisen, das die eigentliche Stärke der Clusteranalyse verdeutlicht. Aus dem Abbildung 2 ist zu erkennen, dass das Cluster 3 zu den stärker streuenden Clustern gehört. Trotzdem erkennt man in Abbildung 1, dass fast alle Gemeinden der zentralen Aussage des Clusters folgen – Stagnation bis Abnahme in den ersten drei, starker Wachstumsaufschwung in den letzten beiden Zeitschritten. Hinsichtlich der Zielsetzung kann daher von einem gutem Ergebnis gesprochen werden. In Tabelle 5 sind die Cluster nach ihrem Generalisierungsgrad angeordnet. Je kleiner die Werte (die ein Streuungsmaß darstellen), desto homogener sind die Cluster bzw. um so präziser repräsentieren die Clusterzentroide die Entwicklungsverläufe der Gemeinden. 80%, 70% oder 60% der Gemeinden bewegen sich innerhalb der Bandbreite, die durch die Werte der Tabelle 4 vorgegeben werden. Die Einheit der Werte stimmt mit der der Zentroiden überein: das arithmetische Mittel der prozentualen Bevölkerungsveränderung zwischen zwei Zeitschnitten bezogen auf ein Jahr.

Tabelle 5: Angaben zum Generalisierungsgrad innerhalb der Cluster (der in den einzelnen Clustern unterschiedlich stark ausgeprägt ist)

| Anteil der Gemeinden, die innerhalb der angegebenen Bandbreite liegen | | | |
|---|--------|--------|--------|
| Bandbreite in %/a | | | |
| Cluster | 80% | 70% | 60% |
| 16 | ± 0,63 | ± 0,57 | ± 0,52 |
| 7 | ± 0,78 | ± 0,68 | ± 0,62 |
| 10 | ± 0,83 | ± 0,75 | ± 0,71 |
| 2 | ± 0,84 | ± 0,73 | ± 0,67 |
| 13 | ± 0,84 | ± 0,74 | ± 0,64 |
| 15 | ± 1,00 | ± 0,90 | ± 0,81 |
| 14 | ± 1,03 | ± 0,92 | ± 0,82 |
| 11 | ± 1,07 | ± 0,96 | ± 0,83 |
| 17 | ± 1,08 | ± 0,88 | ± 0,80 |
| 9 | ± 1,21 | ± 1,09 | ± 1,02 |
| 12 | ± 1,31 | ± 1,08 | ± 0,97 |
| 4 | ± 1,33 | ± 1,15 | ± 1,05 |
| 1 | ± 1,45 | ± 1,32 | ± 1,26 |
| 6 | ± 1,49 | ± 1,27 | ± 1,17 |
| 3 | ± 1,75 | ± 1,55 | ± 1,33 |
| 8 | ± 2,06 | ± 1,65 | ± 1,50 |
| 5 | ± 2,15 | ± 1,64 | ± 1,37 |
| Alle | ± 1,01 | ± 0,85 | ± 0,75 |

Die Einteilung der Gemeinden auf die in Tabelle 4 charakterisierten Cluster entspricht der Aufgabe der Arbeit, die Alpengemeinden nach ihren Bevölkerungsentwicklungsverläufen einzuteilen. Mit 17 Gruppen wird angesichts der 6 123 Alpengemeinden ein guter Kompromiss bezüglich der Trennschärfe und der Generalisierung eingegangen. Jedes Cluster steht für eine mehr oder weniger ausgeprägte Veränderung in einem oder zwei Zeitschritten oder einen kontinuierlichen Trend über mehrere Zeitschritte. Die eindeutigen Entwicklungsschwerpunkte der Cluster sind in Tabelle 6 nach ihrer zeitlichen Reihenfolge der Entwicklungsrichtung geordnet und zusammengefasst.

Tabelle 6: Anordnung der Cluster nach ihren charakteristischen Entwicklungsschwerpunkten mit folgenden Symbolen: + / ++ = Wachstumsspitze / starke ...; - / — = Abnahme-spitze / starke... in den Zeitschnitten: ZS 1 = 1870-1950 ... ZS 5 = 1980-1990

| Cluster | ZS 1 | ZS 2 | ZS 3 | ZS 4 | ZS 5 |
|---------|------|------|------|------|------|
| 9 | ++ | | | | |
| 17 | | + | | | |
| 5 | | ++ | ++ | | |
| 15 | | + | + | | |
| 6 | | | ++ | + | |
| 7 | | | + | | |
| 8 | | | + | ++ | + |
| 1 | | | | ++ | + |
| 4 | | | | ++ | |
| 3 | | - | | | ++ |
| 10 | | | | | + |
| 14 | | - | | | |
| 16 | | | | | |
| 2 | - | - | | | |
| 11 | | - | -- | - | - |
| 12 | | | | - | + |
| 13 | | | - | - | |

Einige Cluster lassen sich nach ihrem Wachstumsverhalten gruppieren. Cluster 8, 1 und 4 stehen für ein starkes Wachstum im Zeitschritt 1970-1980. Cluster 15, 6 und 7 weisen eine gemeinsame erhöhte Wachstumsphase für die Periode von 1960-1970 auf. Bei Cluster 7 unterscheidet sich diese Wachstumsspitze jedoch nicht deutlich von den Zeitschritten danach. Cluster 5 mit einer ausgeprägten Wachstumsphase von 1870-1970 und einem Schwerpunkt von 1950-1960, ähnelt dem Cluster 17,

ebenfalls mit einem kleinem Wachstumsschwerpunkt im Zeitraum 1950-1960, am meisten. Cluster 9 vereint alle Gemeinden mit einem starken Wachstum im ersten Zeitschritt von 1870 bis 1950. In diesem Zusammenhang wird noch einmal daran erinnert, dass die relativen Zuwachsraten des ersten Zeitschritts lange auf die absoluten Bevölkerungszahlen ‚einwirkten‘, so dass der Effekt ungleich größer ist als bei betragsmäßig gleichen Zuwachsraten mit einer nur zehnjährigen Periode. Im mit 1 064 Gemeinden größten Cluster (Nr. 16) sind alle Gemeinden mit moderaten Zuwachsraten ohne eindeutige Tendenz vereint. Cluster 14 gehört zwar zu den Clustern, die eine insgesamt positive Entwicklung darstellen, zeigt aber im Zeitschritt 1950-1960 einen deutlichen Einbruch. Die Cluster 2, 11 und 13 weisen einen deutlich negativen Trend der Bevölkerungsentwicklung auf. Cluster 12 besitzt wieder eine Sonderrolle, da hier Gemeinden vereint sind, die gerade im letzten Zeitschritt eine auffallend positive Entwicklung verzeichnen. Es steht aber wegen der übrigen negativen Entwicklung im ‚negativen‘ Block.

Auffällig ist dort, dass es keinen Cluster mit deutlich negativer Tendenz im ersten oder im letzten Zeitschritt gibt. Ursache für das Fehlen eines Clusters mit starkem Trendumbruch von einer positiven Entwicklung 1970-1980 zu einer negativen im Zeitschritt 1980-1990 ist die zahlenmäßig kleine Gruppe der Gemeinden (nur 102) mit positiver Bevölkerungsveränderung (rel. Zuwachsrate $> 0\%/a$) zwischen 1970 und 1980 und deutlicher negativer Veränderung (rel. Zuwachsrate $< -1\%/a$) zwischen 1980 und 1990. Von diesen 102 Gemeinden wurden 37 den Clustern 2 und 11 zugeordnet und 28 (mit sehr deutlichem Zuwachs ($>4\%/a$) zwischen 1970 und 1980) den Clustern 4 und 1. Die restlichen 47 Gemeinden verteilen sich ohne Signifikanz auf die übrigen Cluster, wobei Cluster 3, 12 und 10 ausgespart bleiben, da sie eine genau umgekehrte Bevölkerungsentwicklung (in diesem Zeitschritt – nämlich Bevölkerungszunahme) repräsentieren.

Das Fehlen eines Clusters mit deutlich negativen Zuwachsraten im Zeitraum 1870-1950 hängt zum einen am langen Zeitraum, bei dem sich deutliche Trends gegenseitig aufheben. Von Bedeutung ist hier aber auch die nach unten beschränkte negative Werteskala für diesen Zeitschritt, die schon bei einer relativen Zuwachsrate von $-1,25\%/a$ ihr absolutes Minimum hat (vgl. Anmerkungen zur Verteilung der Variablenwerte auf die Wertebereiche).

5 Ergebnisse der Clusteranalyse

Die 17 erarbeiteten Entwicklungstypen oder Entwicklungsverlaufsklassen unterscheiden sich signifikant voneinander: 11 von ihnen sind durch verschiedene Wachstumsprozesse geprägt, diese Cluster umfassen 51,2% der Alpengemeinden mit 75,1% der Alpenbevölkerung im Jahr 1990 (51,3% im Jahr 1870) auf 48,8% der Alpenfläche; ein großer Cluster ist durch Stagnation geprägt (17,4% der Gemeinden, 16,5% der Alpenbevölkerung im Jahr 1990 und 23,4% im Jahr 1870, 23,8% der Alpenfläche), und 5 Cluster sind durch verschiedene Rückgangsprozesse geprägt

(31,4% der Alpengemeinden, 8,4% der Alpenbevölkerung im 1990, 25,2% im Jahr 1870, 27,4% der Alpenfläche). Damit wird erneut die doppelte Entwicklung (Wachstum und Rückgang) der Gemeinden im Alpenraum mit ihren kleinräumigen Disparitäten sichtbar.

Tabelle 7: Statistische Angaben zu den einzelnen Clustern

| Cluster | Gemeinden | | Fläche | | Einwohner 1870 | | Einwohner 1990 | | Bevölkerungs- Veränderung in% 1870 = 100% |
|---------|-----------|-------|-----------|-------|----------------|-------|----------------|-------|---|
| | absolut | in % | absolut | in% | absolut | in% | absolut | in% | |
| 5 | 79 | 1,29 | 1592,82 | 0,83 | 92337 | 1,18 | 595596 | 4,37 | 645,02 |
| 9 | 155 | 2,53 | 6035,58 | 3,16 | 390705 | 4,99 | 2053.253 | 15,05 | 525,53 |
| 8 | 126 | 2,06 | 2120,75 | 1,11 | 111.411 | 1,42 | 498948 | 3,66 | 447,84 |
| 6 | 210 | 3,43 | 4701,56 | 2,46 | 169861 | 2,17 | 542990 | 3,98 | 319,67 |
| 15 | 315 | 5,14 | 10461,56 | 5,47 | 688151 | 8,79 | 2135830 | 15,66 | 310,37 |
| 7 | 730 | 11,92 | 28872,84 | 15,10 | 1125613 | 14,38 | 2191320 | 16,06 | 194,68 |
| 17 | 281 | 4,59 | 11406,96 | 5,97 | 393958 | 5,03 | 745504 | 5,47 | 189,23 |
| 14 | 275 | 4,49 | 8269,23 | 4,33 | 268514 | 3,43 | 481932 | 3,53 | 179,48 |
| 1 | 185 | 3,02 | 3382,73 | 1,77 | 117039 | 1,49 | 201004 | 1,47 | 171,74 |
| 16 | 10641 | 7,38 | 45485,89 | 23,79 | 1834489 | 23,43 | 2250546 | 16,50 | 122,68 |
| 10 | 459 | 7,50 | 10057,85 | 5,26 | 427503 | 5,46 | 524057 | 3,84 | 122,59 |
| 4 | 321 | 5,24 | 6334,14 | 3,31 | 232808 | 2,97 | 276047 | 2,02 | 118,57 |
| 3 | 172 | 2,81 | 2929,03 | 1,53 | 89251 | 1,14 | 74111 | 0,54 | 83,04 |
| 2 | 591 | 9,65 | 15526,38 | 8,12 | 707497 | 9,04 | 494358 | 3,62 | 69,87 |
| 13 | 606 | 9,90 | 20442,50 | 10,69 | 687561 | 8,78 | 409500 | 3,00 | 59,56 |
| 12 | 251 | 4,10 | 4523,47 | 2,37 | 130572 | 1,67 | 61623 | 0,45 | 47,19 |
| 11 | 303 | 4,95 | 9040,68 | 4,73 | 361648 | 4,62 | 104193 | 0,76 | 28,81 |
| Alle | 6123 | 100 | 191183,98 | 100 | 7828.918 | 100 | 13640.812 | 100 | 174,24 |

Die Wachstumscluster unterscheiden sich signifikant nach dem Zeitpunkt des größten Wachstumsschubes (Reihenfolge 17, 5, 15, 6, 1, 4 und 10), und nur der große Cluster 7 (beinahe gleichmäßiges Wachstum in allen Zeitschritten) und Cluster 14 (ausgeprägter Rückgang 1950-1960, sonst gleichmäßiges Wachstum) bilden dabei eine Ausnahme. Die Cluster 1 und 4 bilden schon fast den Übergang zur negativen Entwicklung, allerdings kann ihr starkes Wachstum ab 1970 die früheren Verlustemehr als ausgleichen. Die Rückgangskluster unterscheiden sich ebenfalls nach dem Zeitpunkt des stärksten Rückgangs bzw. nach dem Einsetzen von Wachstumsprozessen zu einem späten Zeitpunkt. Die Cluster 3 und 12 verzeichnen ab 1970 bzw. 1980 signifikante Wachstumsprozesse, die aber 1990 noch nicht so stark sind, dass sie die Ausgangssituation von 1870 wieder erreichen. Die restlichen Cluster 2, 13 und 11 (24,5% der Alpengemeinden mit 23,5% der Alpenfläche) umfassen die Gruppen der Problemgemeinden der Alpen ohne Wachstumsimpulse in der jüngsten Zeit. Allerdings ist dabei stets zu berücksichtigen, dass diese Gruppen Durchschnittswerte darstellen, bei denen es einige, allerdings quantitativ wenig relevante Ausreißer geben kann.

6 Korrelationen der Cluster mit anderen Parametern

Neben den Bevölkerungsveränderungen sind in der Alpendatenbank weitere Variablen erfasst, die nicht in die Clusteranalyse einbezogen wurden. Um Zusammenhänge zwischen ihnen und den Bevölkerungsentwicklungen der Gemeinden zu erkennen wurden Verteilungsmuster untersucht. Als Referenz diente die Verteilung aller Alpengemeinden (Grundgesamtheit) auf die 17 Cluster. Unter der Annahme, dass eine genügend große zufällige Auswahl an Gemeinden das gleiche Verteilungsmuster erzeugt wie die Grundgesamtheit, wurden nun Gemeinden gezielt nach Variablenwerten ausgesucht. Deren Verteilung auf die Cluster wurde die Verteilung der Grundgesamtheit gegenübergestellt. Starke Abweichungen der Verteilungen wiesen auf Korrelationen mit den ausgewählten Variablen hin und charakterisieren die Cluster näher.

Die Verteilungskurve für die Stichprobe mit 1000 Gemeinden folgt der Ausgangsverteilung ziemlich genau, selbst bei den kleinen Clustern 5 und 8. Die Abweichung steigert sich bis zur Stichprobe mit 100 Gemeinden jedoch auf durchschnittlich 40% und bei den kleinen Clustern 5 und 1 sogar auf 100%. Bei den folgenden Betrachtungen der Korrelation ist also stets auch die Gruppenstärke zu berücksichtigen, um quantitative Aussagen treffen zu können. Denn je kleiner die Gruppe ist, desto schwerer kann entschieden werden, ob besondere Verteilungsmuster sich zufällig ergeben oder durch echtes Korrelieren verursacht wurden.

6.1 Korrelation mit der nationalen Zugehörigkeit

Zuerst wurden die Verteilungen auf die Cluster in Abhängigkeit von ihrer nationalen Zugehörigkeit untersucht. Dabei fiel auf, dass bestimmte Cluster in bestimmten Ländern über- in anderen unterdurchschnittlich vertreten sind (vgl. Abbildung 3).

So ist der deutsche Alpenraum besonders stark durch das Cluster 14 geprägt (46% der Gemeinden), wobei der Rückgang 1950-60 auf einen deutschen Sonderfall (1950: dezentrale Unterbringung der Kriegsflüchtlinge, die die ländlichen Gemeinden aber bis 1960 wieder verlassen haben) zurückgeht, sowie durch Cluster 9 (21% der Gemeinden), während negative Cluster nur sehr wenig vertreten sind.

Der französische Alpenraum ist durch die Cluster 8, 1, 4, 10 und 12 geprägt, also v.a. durch Gemeinden mit starken Zuwächsen nach 1970 bzw. 1980. Die Wachstumscluster sind hier unterdurchschnittlich vertreten, die ‚negativen‘ bestehend aus Cluster 3, 12, 2, 13 und 11 nehmen immerhin ein Drittel der französischen Alpengemeinden ein.

Die italienischen Gemeinden sind stark durch die Cluster 2, 11 und 13 geprägt, also durch die „Problemcluster“. Die Wachstumscluster sind deutlich unterrepräsentiert, die mit den schwachen Wachstumsschwerpunkten 17, 15 und 7 sind durchschnittlich vertreten und ein Viertel der Gemeinden weist kein spezifisches Wachstumsverhalten auf (Cluster 16).

Die österreichischen Gemeinden verteilen sich zu 58% auf die Cluster 16 und 7, die für eine gleichmäßige bzw. gleichmäßig positive Entwicklung der Bevölkerung stehen. Das Wachstum findet hier v.a. in den ersten drei Zeitschritten, also bis 1970 statt, während alle Rückgangscluster stark unterrepräsentiert sind.

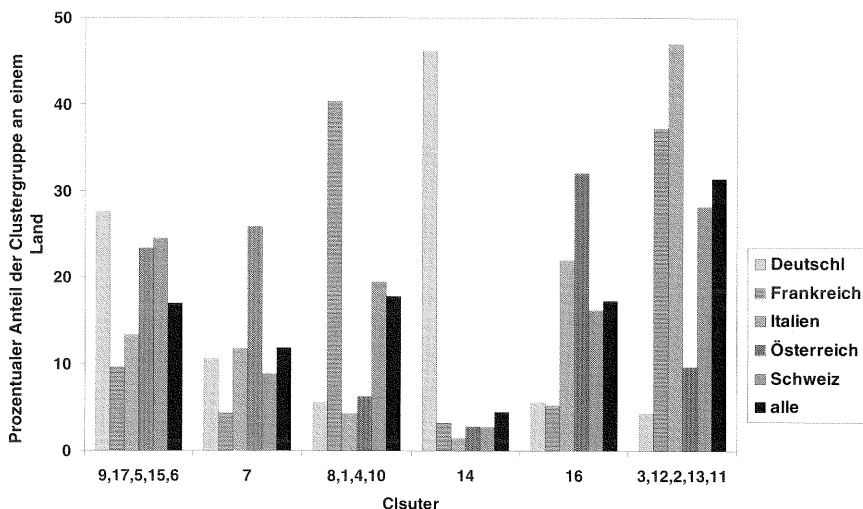


Abb. 3: Vergleichende Darstellung zwischen der prozentualen Verteilung der Gemeinden eines Landes auf die Cluster (bzw. Clusterblöcke) und der Verteilung aller Alpengemeinden auf die Cluster

Die slowenischen Gemeinden weisen erstaunlicherweise fast die gleiche Verteilung auf die einzelnen Cluster auf wie die österreichischen Gemeinden. Für die slowenischen Alpengemeinden wie für das Fürstentum Liechtenstein ist aufgrund ihrer niedrigen Anzahl eine zuverlässige Aussage nicht möglich.

Die Schweizer Alpen schließlich sind dadurch geprägt, dass die Verteilung der Gemeinden auf die Cluster dem Alpendurchschnitt weitgehend entspricht (nur Cluster 1 ist deutlich unter- und Cluster 10 deutlich überrepräsentiert). Damit sind in den Schweizer Alpen nicht nur alle Entwicklungstypen vorhanden, sondern ihre quantitative Gewichtung liegt auch vergleichsweise nahe am alpenweiten Durchschnitt. Deshalb besitzen Analysen in diesem Raum einen hohen Grad an Repräsentativität für die gesamten Alpen.

Diese Auswertung verifiziert das bekannte Ergebnis, dass die Bevölkerungsentwicklung der Alpen seit 1870 sehr stark durch nationale Bedingungen geprägt wird, auch wenn diese seit 1970 tendenziell etwas geringer werden. Allerdings ermöglicht diese Längsschnittanalyse jetzt eine deutlich bessere Erkenntnis der nationalen Entwicklungen als die bisherigen Querschnittsanalysen (BÄTZING 1993 u. 1998).

6.2 Korrelation mit der Höhenlage

Wenn man die Höhenlage der Gemeindezentren in vier Stufen untergliedert (32-499 m, 500-999 m, 1 000-1 499 m, 1 500-2 042 m), dann zeigt sich bei ihrer Verteilung auf die Cluster ein schwacher Höhengradient, indem „unten“ eher die positiven Cluster und „oben“ eher die negativen Cluster angesiedelt sind (vgl. Abbildung 4). In der obersten Höhenstufe gibt es jedoch auffällige Absenzen der Cluster 7 und 16, so dass es hier zu einer deutlich stärkeren Polarisierung zwischen Gemeinden mit Wachstum (Tourismusgemeinden) und Rückgang als im Alpendurchschnitt kommt.

Wenn man die Höhenstufen nach 200- m-Schichten ausdifferenziert, dann wird das Ergebnis noch etwas deutlicher. In den Höhenstufen 32-600 m dominieren die positiven Cluster deutlicher, und hier liegen 100 der 126 Gemeinden des Clusters 8 (sehr starkes Wachstum, Schwerpunkt 1970-1980). Zwischen 600 und 1 200 m sind dann die negativen Cluster über- und die positiven unterrepräsentiert, und oberhalb von 1 200 m finden sich verstärkt gegensätzliche Entwicklungen. Besonders die Cluster 7 und 16, die einen Übergang zwischen Bevölkerungswachstums- und Bevölkerungsrückgangsgemeinden darstellen, fehlen nach oben immer deutlicher. Die „doppelte Entwicklung in den Alpen“ verstärkt sich also in der letzten Höhenstufe signifikant.

Wie sich schon bei früheren Untersuchungen zeigte (BÄTZING 1993: 72-83), spielt der Höhengradient also eine relevante Rolle in der alpinen Demographie, aber seine Signifikanz ist geringer als bei anderen Indikatoren.

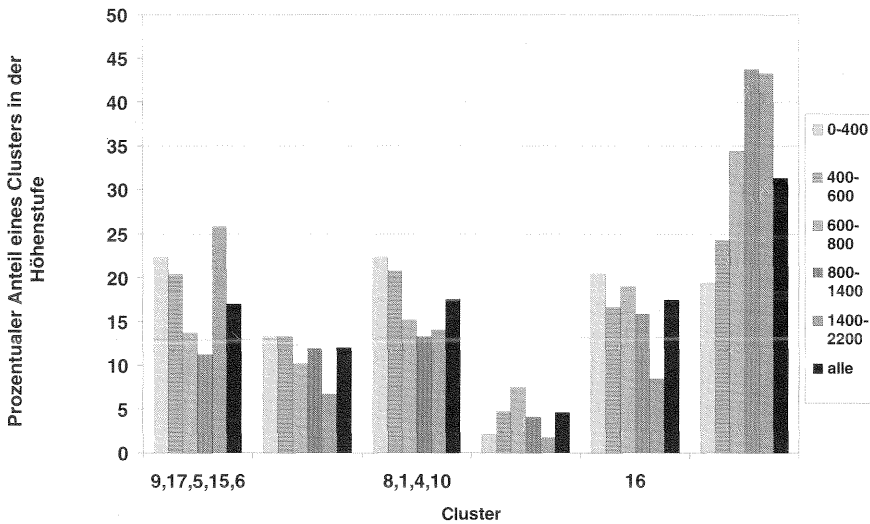


Abb. 4: Verteilungsmuster der Gemeinden auf die Cluster in Abhängigkeit ihrer Höhenlage des Gemeindemittelpunktes

6.3 Die Korrelation nach der Gemeindefläche

Die Verteilungsbilder für die einzelnen Flächengrößenklassen ergeben nur für zwei Cluster einen augenfällig wirkenden Gradienten. Mit der Zunahme der Gemeindefläche wachsen die Anteile der beiden Cluster 7 und 16, die leichtes Wachstum oder eher Stagnation abbilden. Die Verteilung auf ‚positive‘ Cluster schrumpft im gleichem schwachen Maß, wie die Verteilung auf ‚negative‘ mit wachsender Flächengröße ansteigt. Das heißt, je kleiner eine Gemeindefläche ist, desto mehr finden sich positive Cluster (Gemeinden bis zu 6 km² Fläche belegen überdurchschnittlich die Cluster 5, 15 und 6), deren Vorkommen dann mit wachsender Gemeindegröße immer geringer werden; allerdings ist diese Korrelation nur schwach ausgeprägt. Da die Gemeindegröße mit zunehmender Höhenlage signifikant ansteigt, sind beide Faktoren untrennbar miteinander verbunden.

6.4 Verteilungen nach Einwohnergrößenklassen im Jahr 1990

Bei der Verteilung der Gemeinden auf die Cluster nach den Einwohnergrößen ergibt sich ein klares Bild (vgl. Abbildung 5). Gemeinden mit weniger als 800 Einwohnern sind überwiegend durch negative Cluster charakterisiert, bei Gemeinden

mit 800-1 199 Einwohnern findet sich eine Verteilung wie im gesamtalpinen Durchschnitt, und Gemeinden mit mehr als 1 200 Einwohnern 1990 sind überwiegend durch positive Cluster geprägt. Auffällig ist dabei, dass die großen Gemeinden ihre Wachstumsschwerpunkte in der Zeit bis 1970 aufweisen und dass die Gemeinden mit mehr als 10 000 Einwohnern stark durch die Cluster 9 und 15 geprägt werden. Das Wachstum verlagert sich also nach 1970 von den einwohnergroßen Gemeinden auf kleinere Gemeinden, was als Hinweis auf Prozesse der Sub- und Periurbanisierung verstanden werden kann.

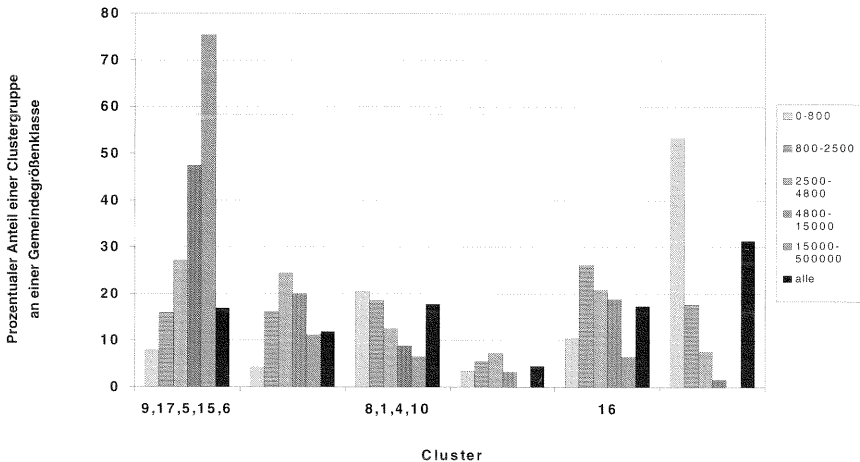


Abb. 5: Darstellung der Verteilungen der verschiedenen Einwohnergrößenklassen auf die Cluster. Auffällig wie die zunächst linksschiefe Verteilung bei 9 über die anderen Cluster bis 13 in eine rechtsschiefe Verteilung übergeht

6.5 Korrelation mit den Urbanisationszonen von PERLIK

Manfred Perlik hat auf der Basis von Arbeitsplätzen und Pendlerverflechtungen die „Urbanisationszonen“ im Alpenraum auf Gemeindeebene definiert und analysiert (PERLIK 1996, 1999, 2001). Für Pendlergemeinden wird gefordert, dass 30% aller Auspendler einer Gemeinde in die benachbarte Stadt (Kernstadt von mindestens 10 000 Einwohnern) einpendelt. In diesem Fall wird die Gemeinde zur Urbanisationszone gezählt. (PERLIK, 1999: 152) Mit dieser Definition gehören 36% aller Alpengemeinden zu Urbanisationszonen, die den städtischen Alpenraum ausmachen. Betrachtet man für diese 2.114 Gemeinden (Urbanisationszonen) das Verteilungsmuster auf die einzelnen Cluster, ergibt sich deutlich das Bild für eine Wachstumsdynamik in den letzten beiden Zeitschritten (vgl. Abbildung 6).

Bei den „urbanen Zentren“ (Gemeinden mit mehr als 10 000 Einwohnern oder 5 000 Arbeitsplätzen) dominieren die Cluster 9 und 15 ausgesprochen deutlich. Die-

ses Ergebnis weist eindeutig darauf hin, dass in den Alpenstädten Prozesse der Sub-/Periurbanisation ablaufen. War das Bevölkerungswachstum des gesamten Alpenraums bis 1970 v.a. durch das Wachstum der Städte geprägt, so wird es nach 1970 durch das Wachstum der stadtnahen Pendlergemeinden abgelöst.

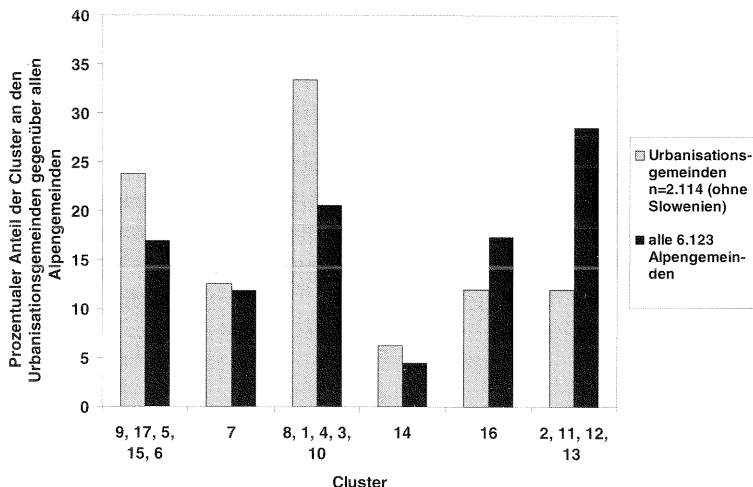


Abb. 6: Die Untersuchungen von PERLIK zu den inneralpinen Pendlergemeinden innerhalb von Urbanisationszonen zeigt die stärkere Belegung des Clusterblocks mit Wachstumsschüben in den letzten zwei Zeitschritten

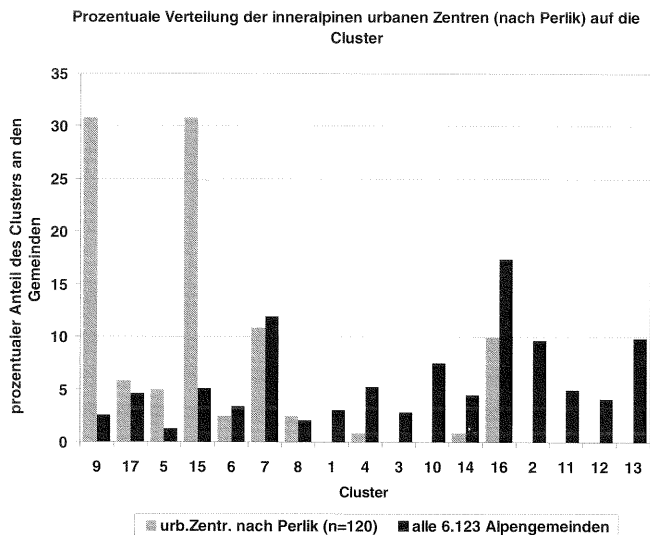


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der von PERLIK ausgewiesenen alpenländischen urbanen Zentren auf die Cluster im Vergleich zu den prozentualen Anteilen der einzelnen Cluster an allen Alpengemeinden

7 Zusammenfassende Bewertung

Die Längsschnittanalyse der Bevölkerungsentwicklung aller Alpengemeinden bringt signifikante Ergebnisse. Sie unterstreicht erneut die doppelte Entwicklung von Wachstums- und Rückgangsgemeinden im Alpenraum, deren Bedeutung erst auf Gemeindeebene adäquat sichtbar wird. Gerade innerhalb der nun verlässlich erkennbaren Gruppen von Problemgemeinden, die im Jahr 1990 24,5% der Alpengemeinden auf 23,5% der Alpenfläche umfassen, ist es auf diese Weise erstmals möglich, einsetzende Trendumbrüche zu erkennen, und Analoges gilt für die Gemeinden mit Bevölkerungswachstum. Weiterhin werden unterschiedliche Wachstums- und Rückgangsprozesse nach der nationalen Zugehörigkeit, nach Höhenlage und Urbanisationszonen sichtbar, die ein genaueres Bild der aktuellen Alpenentwicklung ermöglichen und die es erlauben, Einzelfälle besser im gesamtalpinen Kontext zu positionieren.

Anmerkungen

- 1) Süddeutsche Zeitung Magazin 9.3.2001. „Drei Zimmer, Küche, Berg. – Ein italienischer Rentner bietet einen kompletten Gebirgszug zum Verkauf an. Doch niemand will ihn haben.“ S. 28ff.
- 2) Karten wurden von Yven Dickhörner, Verena Kleiter, Julia Römheld, Markus Schneider, Stefanie Sommer und Andreas Werwein unter Betreuung von Werner Bätzing im Rahmen der AG GIS Alpen des Instituts für Geographie, Universität Erlangen erstellt und im Cibra-Tagungsband Oktober 1999 „Jung sein – alt werden im Alpenraum“ (1999, S. 19ff.) publiziert.
- 3) Zum Begriff und Problem der Gemeindetypisierung siehe u.a.: HENKEL (1995: S. 277f.)
- 4) Im ersten Zeitschritt liegt die Grenze bei $-1,25\%$ Bevölkerungsabnahme pro Jahr (lineares Wachstumsmodell). Das heißt, dass rechnerisch die Grenze von null Einwohnern in 80 Jahren erreicht wird, wenn jedes Jahr die Bevölkerung um $1,25\%$ (der Ausgangsbevölkerung) abnimmt. Für die übrigen zehnjährigen Zeitschritte liegt sie bei -10% (der Ausgangsbevölkerung).
- 5) Das Cluster mit der höheren Kennnummer wird aufgelöst, das mit der niedrigeren gibt seine Kennnummer an das neu gebildete weiter.

Literatur

- ABIS. 1999: Demographische Indikatoren des Alpenraumes. Ergebnisse einer im Rahmen der Alpenkonvention durchgeführten Studie. Luxemburg, 27 S.
- BÄTZING, W./DICKHÖRNER, Y./RÖMHELD, J./SCHNEIDER, M./WERWEIN, A. u.a. 1999: Bevölkerungsdynamische Prozesse im Alpenraum. In: CIPRA Schriftenband 17, Oktober 1999: 16-21.
- BÄTZING, W. 1998: .Der Alpenraum zwischen Verstädterung und Verödung. Praxis Geographie 28, Nr. 2: 4-9 (mit Beilagekarte).
- BÄTZING, W./PERLIK, M./DEKLEVA, M. 1996: Urbanization and Depopulation in the Alps. In: Mountain Research and Development 16,4: 335-350.
- BÄTZING, W. 1995: Die Bevölkerungsentwicklung 1870 - 1990 im Alpenraum auf Gemeindeebene. Revue de Géographie Alpine 83, Nr. 2: 125-131.
- BÄTZING, W. u.a. 1993: - Der sozio-ökonomische Strukturwandel des Alpenraumes im 20. Jahrhundert. Bern, 156 S.

- BAHRENBERG, G. 1999: Statistische Methoden in der Geographie. Vol. 1: Univariate und bivariate Statistik. 4. Auflage, Stuttgart, 358 S.
- BAHRENBERG, G. 1992: Statistische Methoden in der Geographie. Vol. 2: Multivariate Statistik. 2. Auflage, Stuttgart, 415 S.
- BOCK, H.H. 1974: Automatische Klassifikation, *Studia Mathematica*. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen.
- CIPRA 1998: - Erster Alpenreport. Daten, Fakten, Probleme, Lösungsansätze. Bern, Stuttgart, Wien. Grenoble. 472 S.
- DICKHÖRNER, Y. 2000: - Typisierung der Bevölkerungsentwicklung in den Alpen auf Gemeindeebene. Magisterarbeit Universität Erlangen-Nürnberg. 120 S.
- EU 2000: Evaluation of Instruments of European Union regarding their Contribution to Sustainable Environment and Agriculture in the Alps - FINAL REPORT of Projekt Sustalp January 2000. 224 S.
- EU 1995: Étude prospective des régions de l'arc alpin et périalpin. Bruxelles, Luxembourg. 301 S.
- HASENFRATZ, E. 1986: Gemeindetypen in der Pfalz: empir. Versuch auf bevölkerungs- und sozialgeograph. Basis. Mannheimer geographische Arbeiten. 197. 20. Geograph. Inst. D. Univ. Mannheim. Mannheim.
- HENKEL, G. 1999: Gegenwart und Wandlungsprozesse seit dem 19. Jahrhundert in Deutschland. B. G. Teubner Stuttgart, 3. Auflage. 310 S.
- FISCHER, M. 1982: Eine Methodologie der Regionaltaxonomie: Probleme und Verfahren der Klassifikation und Regionalisierung in der Geographie und Regionalforschung. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung Nr. 3.
- MACQUEEN, J. 1967: Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In: 5th Berkeley Symp. Math. Statist. Prob. (L. Le Cam und J. Neyman, Hrsg.) Band 1: 281-297.
- MATHIEU, J. 1998: Die Bevölkerung des Alpenraumes von 1500 bis 1900. Schweizerische Zeitschrift für Geschichte 48: 1-24.
- PERLIK, M. 2001: Alpenstädte zwischen Metropolisation und neuer Eigenständigkeit. Bern, ca. 200 S. (in Druck).
- PERLIK, M. 1999: Urbanisationszonen in den Alpen - Ergebnis wachsender Pendeldistanzen. *Revue de Géographie Alpine* 87, Nr. 2: 147-165.
- PERLIK, M. 1996: Polarisation de l'arc alpin en régions urbanisées de navetteurs et en régions de dépopulation. *Revue de Géographie Alpine* 84, no. 1: 23-34
- RUOCCO, D. u.a. 1984: - Population and settlement. *Les Alpes, Paris-Alpes*: 75-114.
- SCHINDEGGER, F. u.a. 1998: Regionalentwicklung im Alpenraum. Wien, 127 S.
- TAPPEINER, G. 1999: Bevölkerungsdynamische Prozesse im Alpenraum. In: CIPRA Schriftenband 17, Oktober 1999: 10-16.
- WARD, J. H. Jr. 1963: Hierarchical grouping to optimise an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. Heft 58: 236-244.

