



Einwohner pro km² im Modellmonat Januar 1995



GLOBAL CHANGE ATLAS
EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:
GLOWA-Danube-Projekt, Universität München (LMU)

1.12 Bevölkerung

Rastergröße: 1 x 1 km²
Maßstab: 1: 1.700.000



Datengrundlage:
Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München, 2004
Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2004
Statistik Austria, Wien, 2003
Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2003
EEA, European Environment Agency, CORINE Land Cover, Copenhagen, 2005
DANUBIA-Landbedeckung und Landnutzung

Autoren:
M. Egerer, M. Zimmer
ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München
M. Probeck
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung, Universität München

Grafik:
Abt. Kartographie, Dept. für Geo- und Umweltwissenschaften LMU

1.12 Bevölkerung - Teilprojekt Umweltökonomie

1. Einleitung

Im Rahmen der Modellierung von Global-Change-Szenarien ist die Bevölkerung für die Berechnung des Haushaltswasserbedarfs von grosser Relevanz. Neben der absoluten Bevölkerungsentwicklung spielen vor allem Haushaltsgrösse und -einkommen als wichtige Determinanten zur Bestimmung des spezifischen Wasserverbrauchs eine große Rolle. Beide Parameter werden in dem DANUBIA-Modell *Demography* abgebildet. Das entwickelte Verfahren zur Unterteilung absoluter Bevölkerungszahlen in diese beiden Determinanten wird hier vorgestellt.

Das Teilprojekt Umweltökonomie hat als Basis des DANUBIA-Modells *Economy* das regional-ökonomische Simulationsmodell RIWU (Regional Industrial Water Use) entwickelt. Neben der Modellierung von wirtschaftlicher Entwicklung und industriellem Wasserverbrauch (siehe Kapitel 1.13 und Kapitel 2.11.1) liefert dieses Modell Informationen über die Gesamtbevölkerung und das summierte Haushaltseinkommen der einzelnen Landkreise. Ziel des davon unabhängigen DANUBIA-Modells *Demography* ist die Unterteilung der Bevölkerung pro Proxel auf jeweils fünf Einkommens- und Haushaltsgrößenklassen in eine 5 x 5-Matrix (siehe Tabelle 1.12.1). Die in RIWU berechneten Daten für Bevölkerung und Haushaltseinkommen werden hierzu in jedem berechneten Zeitschritt (Monat) in *Demography* eingelesen. Um die 5 x 5-Matrix zu erstellen, ist es somit zunächst notwendig, die in RIWU auf Landkreisebene ermittelten Bevölkerungs- und Einkommenswerte auf die Proxel zu disaggregieren und anschließend auf die 25 Felder der Matrix zu verteilen. Diese beiden Schritte werden im Folgenden vorgestellt.

2. Datenaufbereitung

Die Datenbasis des RIWU-Modells wird in den Erläuterungen zur Karte „Bruttoinlandsprodukt“ (siehe Kapitel 1.13) vorgestellt. Grundlage zur Ermittlung der 5 x 5-Matrix bilden Statistiken der Wirtschaftsrechnung des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt, 1998). In diesen Statistiken, die auf einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung in Deutschland (28.917 Haushalte) des Jahres 1993 basieren, werden jeder der in Tabelle 1.12.1 genannten Haushaltsgrößenklassen 28 Einkommensklassen zugewiesen. Diese 28 Einkommensklassen der amtlichen Statistik werden in dem hier vorgestellten Modell zur Vereinfachung in fünf Klassen zusammengefasst. Tabelle 1.12.1 zeigt die komprimierte bundesdurchschnittliche Bevölkerungsverteilung nach der amtlichen Statistik.

Einkommen	< 1100 €	1100-1999 €	2000-2999 €	3000-5000 €	> 5000 €	Summe Deutschland	Summe Österreich
Haushalte							
1 Person	14,86%	14,60%	3,71%	1,03%	0,18%	34,37%	33,53%
2 Personen	1,90%	10,91%	10,38%	6,86%	1,75%	31,79%	28,55%
3 Personen	0,18%	3,22%	5,65%	5,68%	1,43%	16,16%	16,30%
4 Personen	0,00%	1,76%	4,13%	4,94%	1,76%	12,59%	13,91%
= 5 Personen	0,00%	0,38%	1,63%	2,17%	0,91%	5,09%	7,71%
Summe	16,93%	30,86%	25,49%	20,68%	6,02%	100,00%	100,00%

Tabelle 1.12.1: Durchschnittliche Verteilung der Bevölkerung in Deutschland in Prozent.

Quelle: Statistisches Bundesamt, 1998; Statistik Austria, 2003.

Innerhalb des DANUBIA-Modells *Demography* wurden Algorithmen entwickelt, die diese durchschnittliche Verteilung, bzw. das ihr zu Grunde liegende Durchschnittseinkommen, für jedes Proxel anpassen. D.h. für jedes mögliche Durchschnittseinkommen (Kombination der beiden Variablen Haushaltseinkommen und Bevölkerung), das von RIWU berechnet werden kann, wird eine 5 x 5-Matrix ermittelt (siehe Abschnitt 3).

Ein Abgleich für Österreich verfügbarer Werte über Haushaltsgrößen- und Einkommensverteilung zeigt eine große Übereinstimmung mit vergleichbaren Werten für Deutschland. So stimmt der prozentuale Anteil der einzelnen Haushaltsgrößenklassen an der Gesamtbevölkerung bis auf wenige Prozentpunkte mit der deutschen Verteilung überein (siehe die rechten beiden Spalten in Tabelle 1.12.1). Auch der Gini-Koeffizient, als Näherungsvariable der Einkommensverteilung, ist in beiden Ländern fast identisch (Deutschland: 30; Österreich: 31 (Central Intelligence Agency, 2004)). Damit können die für Deutschland verwendete Durchschnittsmatrix und die ihr zugrunde liegenden Algorithmen auf den österreichi-

schen Teil des Einzugsgebietes übertragen werden.

Dieses Vorgehen ist für die Schweiz nicht möglich. Sowohl die Verteilung der Bevölkerung in Haushaltsgrößenklassen als auch die absolute Einkommenshöhe weichen zu stark von den deutschen bzw. österreichischen Werten ab. Daher wurde für die Schweiz ein separates Verfahren zur Ermittlung einer 5 x 5-Matrix entwickelt. Da die Schweiz lediglich einen sehr kleinen Teil des berechneten Einzugsgebietes ausmacht und dort auch nur wenige Proxel besiedelt sind, wurde auf ein möglichst einfaches Verfahren Wert gelegt. Es wurde auf der Basis amtlicher Statistiken (Schweizerisches Bundesamt für Statistik, 2003) eine 5 x 5-Matrix entwickelt, deren prozentuale Belegung, im Gegensatz zum deutschen und österreichischen Teil des Einzugsgebiets, unabhängig von dem modellierten Durchschnittseinkommen des jeweiligen Proxels erfolgt. Die in Tabelle 1.12.2 dargestellte prozentuale Verteilung ist damit für jedes besiedelte Proxel im schweizer Teil des Einzugsgebietes (Graubünden) für alle Simulationsläufe konstant.

Einkommen	< 1985 €	1985-3308 €	3309-4632 €	4633-5956 €	> 5956 €	Summe
Haushalte						
1 Person	5,52%	7,21%	5,83%	3,40%	3,18%	25,15%
2 Personen	0,93%	5,79%	6,65%	6,63%	14,78%	34,78%
3 Personen	0,07%	0,35%	2,40%	4,75%	7,08%	14,65%
4 Personen	0,00%	0,82%	3,79%	3,09%	10,90%	18,59%
= 5 Personen	0,00%	0,18%	1,06%	1,54%	4,05%	6,83%
Summe	6,52%	14,34%	19,74%	19,42%	39,99%	

Tabelle 1.12.2: Prozentuale Verteilung für die Schweiz.

Quelle: Bundesamt für Statistik, 2003

3. Modellbeschreibung

Die Bevölkerungsentwicklung wird in RIWU in einen außerhalb des Modells liegenden, variabel einstellbaren Zeittrend integriert, der, neben der wirtschaftlichen Entwicklung, auch die absolute Bevölkerungsentwicklung im gesamten Einzugsgebiet determiniert. Die Verteilung der Bevölkerung auf die Landkreise hängt positiv vom Niveau der wirtschaftlichen Aktivität einer Region ab. Damit wird unterstellt, dass in dem sozial verhältnismäßig homogenen Gebiet des Einzugsbereichs der Oberen Donau der dominierende Einfluss auf die Bevölkerungsentwicklung durch Wanderungsbewegungen hin zu den Arbeitsplatzangeboten ausgeübt wird.

Ermittlung von Proxelwerten:

Da eine Gleichverteilung der in RIWU ermittelten Landkreiswerte auf alle Proxel sinnlose Ergebnisse liefern würde - es wären dann fälschlicher Weise alle Proxel gleich dicht besiedelt - wurde für DANUBIA ein Disaggregationstool entwickelt, das in seiner allgemeinen Form für alle von dem Teilprojekt Umweltökonomie berechneten Variablen angewandt wird. Die wesentlichen Schritte dieses Tools zur Berechnung von Proxel-Werten für die Variable Bevölkerung werden im Folgenden dargestellt:

Zentrales Hilfsmittel zur Disaggregation der Landkreiswerte ist die Fernerkundung. Mit Hilfe ihrer Bilder ist es möglich, über den Weg der Landnutzungsklassifizierung die Verteilung administrativer Größen zu schätzen. Zur Verteilung der Bevölkerungswerte wurde vom Teilprojekt Hydrologie/Fernerkundung auf der Basis von CORINE-Landnutzungsdaten ein GIS erstellt, das innerhalb einer Gemeinde die aus der amtlichen Statistik bekannte Einwohnerzahl der CORINE-Landnutzungsklasse „Bebauung mit Wohngebäuden“ linear zuordnet. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein Proxel mit 40% bebauter Fläche vier Mal so viele Einwohner wie eines mit 10% besitzt.

Dieses Vorgehen ist jedoch nicht ausreichend, denn in vielen, laut Statistik bewohnten Gemeinden, sind in den Landnutzungsklassifikationen keine Siedlungsflächen erfasst, da diese Kommunen zu klein oder zu dünn besiedelt sind, um sie in der 250 m x 250 m aufgelösten CORINE-Klassifikation identifizieren zu können. Dies betrifft vor allem Gebiete in den Zentralalpen. Deshalb wird für diese Gemeinden mit Hilfe eines GIS und Entscheidungsregeln ein "optimales" Siedlungsproxel gesucht. Diesem "künstlichen" Siedlungsproxel werden alle Einwohner aus der Ge-

meindestatistik zugewiesen. Bei der Suche derartiger Proxel wird zunächst davon ausgegangen, dass auf Proxeln, auf denen große Wasserflächen, Fels-/Eisflächen usw. liegen, keine künstlichen Siedlungen platziert werden. Dies schließt bereits viele Proxel als „künstliche“ Siedlungsgebiete generell aus. Von den verbleibenden Proxeln wird für jede betroffene Gemeinde das Minimum des so genannten „Siedlungsindex“ gesucht:

$$\text{Siedlungsindex} = \text{Höhe ü. NN} + (\text{Gefälle [°]} * 50)$$

Dem entsprechenden Proxel werden alle Einwohner dieser Gemeinde zugewiesen. Die sich daraus ergebende Verteilung dient als relativer, konstanter Schlüssel, um die in RIWU berechneten Landkreiswerte für Bevölkerung und Haushaltseinkommen auf die Proxel zu verteilen. Der so ermittelte prozentuale Anteil der Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung einer Gemeinde wird als fix erachtet. Die Bevölkerung und ihr Einkommen entwickeln sich damit proportional auf den von Anfang an besiedelten Proxeln.

Belegung der 5 x 5-Matrix:

Ziel des DANUBIA-Modells *Demography* ist die Aufteilung der berechneten Proxel-Bevölkerung in jeweils fünf Einkommens- und Haushaltsgrößenklassen. Die Bevölkerung wird dabei von RIWU als Gesamtzahl der Einwohner eines Proxels, das Haushaltseinkommen als Summe des verfügbaren Einkommens der gesamten Bevölkerung desselben Proxels an das Modell *Demography* übergeben. Ausgangspunkt ist die Überlegung, die 5 x 5-Matrix auf Basis des Durchschnittseinkommens eines Proxels in Relation zur Verteilung der amtlichen Statistik zu berechnen. Hierzu ist es zunächst notwendig, das Durchschnittseinkommen der in Tabelle 1.12.1 dargestellten Verteilung des Bundesdurchschnitts zu ermitteln. Dabei wird vereinfacht unterstellt, dass die Einkommen innerhalb der einzelnen Klassen der amtlichen Statistik gleich verteilt sind. In der Einkommensklasse unter 1.100 € wird ein Mindesteinkommen von 200 € unterstellt, um der Abbildung der Leistungen des Sozialstaates gerecht zu werden. In der Einkommensklasse mit mehr als 5.000 € wird zur Vereinfachung der Berechnung ein Maximaleinkommen von 10.000 € angenommen. Unter diesen Annahmen liegt das Durchschnittseinkommen eines Haushalts der in Tabelle 1.12.1 angegebenen Verteilung bei 2.504,25 €.

Die Verteilung der Bevölkerung auf die 25 Felder wird nun für jedes Proxel in Abhängigkeit der Differenz des proxel-spezifischen Durchschnittseinkommens zum statistischen Durchschnittseinkommen nach einem festen Algorithmus nach unten oder nach oben angepasst.

4. Darstellung der Ergebnisse

Die nebenstehende Karte zeigt die in RIWU generierte Proxelbevölkerung für Januar 1995. Die RIWU-Landkreiswerte wurden dabei nach dem oben beschriebenen Verfahren auf die Proxel verteilt. Große Städte wie München oder Innsbruck sind dabei sehr gut zu erkennen. Im Durchschnitt leben auf einem modellierten, besiedelten Proxel 1.142,2 Menschen.

Das RIWU-Modell ist für 1995 kalibriert. Als Test der Prognosefähigkeit dient eine Modellsimulation für 2001. Der Vergleich mit statistischen Werten ergibt für die Bevölkerung einen durchschnittlichen Prognosefehler von -10% bei einer Streuung von 18%. Eine genaue Validierung der Proxelwerte ist aufgrund fehlender statistischer Werte nicht möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die mit Hilfe der Fernerkundung erzielten Ergebnisse eine gute Approximation an die Realität darstellen.

Literatur

Central Intelligence Agency (2004): *The World Factbook 2004*. Online-Version, <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/fields/2172.html>, Stand: 05.01.2005.
Schweizerisches Bundesamt für Statistik (2003): *Einkommens- und Verbrauchserhebung 2001 (EVE 2001)*, Neuchâtel.
Statistik Austria (2003): *Statistisches Jahrbuch Österreichs 2004*, Wien.
Statistisches Bundesamt (1998): *Wirtschaftsrechnungen – Einkommens- und Verbrauchsstichproben 1993*. Fachserie 15, Heft 6, Wiesbaden.