

# GIS-gestützte Analyse von Berggebieten in Europa

Alexandra HILL & Christian LINDNER & Carsten SCHÜRMAN

Alexandra Hill, Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung, Institut für Raumplanung (IRPUD) / Lehrstuhl Systemtheorie und Systemtechnik, D-44221 Dortmund, alexandra.hill@uni-dortmund.de

Dipl.-Ing. Christian Lindner, Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung, Institut für Raumplanung (IRPUD), D-44221 Dortmund / vistaplan, Büro für Planungskommunikation und Visualisierung, D-44795 Bochum, Christian.Lindner@vistaplan.de

Carsten SCHÜRMAN Büro für Raumforschung, Raumplanung und Geoinformation (RRG), Eichenweg 16, D-23758 Oldenburg i.H., cs@brg.de

## 1 ABSTRACT

Dieser Beitrag präsentiert ausgewählte Arbeitsschritte und Ergebnisse eines europäischen Forschungsprojektes mit dem Titel "Analysis of mountain areas in the European Union and in the applicant countries", welches von der EU-Kommission (DG Regio) im „Jahr des Berges“ (2002) in Auftrag gegeben wurde. Ziel war es, eine tief greifende Analyse von Berggebieten in der Europäischen Union, den Beitrittskandidaten sowie Norwegen und der Schweiz vorzulegen.

In diesem Papier werden insbesondere die Abgrenzung der Berggebiete, die erarbeitete GIS-Datenbank sowie die Indikatoren und ihre Analyse vorgestellt.

## 2 DIE STUDIE

Das Forschungsprojekt "Analysis of mountain areas in the European Union and in the applicant countries", im Folgenden kurz "Bergstudie" genannt, wurde von August 2002 bis Januar 2004 von einem internationalen Forscherteam unter Leitung von NORDREGIO in Schweden bearbeitet. Es wurde finanziert durch die EU-Kommission und cofinanziert durch Mittel, die die Regierungen der Schweiz und Norwegens für die Ausweitung des Untersuchungsgebietes um ihre Länder beigetragen haben.

Die Bergstudie hatte die folgenden Ziele:

- Abgrenzung aller europäischen Berggebiete unter Verwendung einer einheitlichen Definition
- Berechnung und Zusammenstellung von statistischen und geografischen Indikatoren auf Gemeindeebene (NUTS 5) in einer umfassenden GIS-Datenbank
- Analyse der sozio-ökonomischen Situation in den betrachteten Berggebieten und Erarbeitung adäquater Indikatoren zur Typologiebildung
- Überprüfung bergbezogener Maßnahmen und Politiken, mit dem Ziel geeignete Politikempfehlungen zu geben

Das Institut für Raumplanung an der Fakultät Raumplanung, Universität Dortmund (IRPUD) war insbesondere für die Punkte zwei und drei verantwortlich. Dies beinhaltet somit die Sammlung statistischer Daten, die Erzeugung von GIS-Daten, quantitative Analysen und die Erarbeitung der GIS-Datenbank.

## 3 ABGRENZUNG VON BERGGEBIETEN UND ÜBERGANGSGEBIETEN

### 3.1 Berggebiete

Der Ansatz einer europaweit einheitlichen Abgrenzung von Berggebieten hat gezeigt, dass es nicht ausreichend ist, die Höhe über NN als einziges Kriterium zu verwenden. Dies wurde bereits beim Zusammentragen von nationalen Abgrenzungskriterien deutlich, bei dem man auf eine Vielzahl von Kriterien und dazugehörigen Grenzwerten stößt. Diese spiegeln die lokalen Besonderheiten und die national stark divergierenden Auffassungen von Berggebieten wider, welche durch die kulturellen und historischen Wurzeln der Einwohner geprägt sind. Denn die nationale Abgrenzung von Berggebieten hängt häufig mit deren landwirtschaftlicher Nutzbarkeit für den Menschen zusammen, so dass z.B. Neigung und Klima weitere wichtige Abgrenzungskriterien sind.

So existieren beispielsweise in Norwegen Gebiete mit Fjorden, die sehr steil direkt ins Meer abfallen und somit auf Grund ihrer Neigung und nicht ihrer absoluten Höhe als gebirgig zu bezeichnen sind. Ein anderes Beispiel sind große Gebiete im Norden Schwedens und Finnlands, die auf Grund klimatischer Bedingungen als Berggebiete eingestuft wurden, da ihre klimatischen Einschränkungen (berechnet anhand der Anzahl von Monaten mit einer Durchschnittstemperatur von unter 0°C) ausgeprägter sind als in den Zentralalpen, die innerhalb des Untersuchungsgebietes die höchsten Berggipfel darstellen.

Folglich wurde ein Kriterienkatalog zusammengestellt, anhand dessen 16 Szenarien GIS-gestützt entwickelt und anschließend überprüft wurden, indem ihre quantitativen Grenzwerte stufenweise angepasst wurden, so dass letztlich die bestehenden nationalen Abgrenzungen der Gebirgsregionen weitgehend berücksichtigt werden konnten. Das finale Szenario wendet folglich neben absoluten Höhenwerten auch zunehmend restriktive Kriterien bzgl. Höhenunterschieden in niedrigeren Lagen an. Zudem sind die oben beschriebenen klimatischen Faktoren berücksichtigt worden. Zur Abgrenzung von Berggebieten wurde letztlich folgender Kriterienkatalog genutzt:

- alle Gebiete über 2500 m
- zwischen 1500 m und 2500 m: nur Flächen mit einer Neigung > 2° innerhalb von 3 km
- zwischen 1000 m und 1500 m: Neigung innerhalb eines Radius von 3 km > 5° oder Höhenunterschied > 300 m innerhalb von 7 km

- zwischen 300 m und 1000 m: Höhenunterschiede > 300 m innerhalb von 7 km
- unter 300 m: Standardabweichung von > 50 m innerhalb 50 m
- Berggebiete mit einer Größe von < 50 km<sup>2</sup> wurden ausgeschlossen
- Nicht-Berggebiete < 50 km<sup>2</sup>, umgeben von Berggebieten wurden mit eingeschlossen
- Gebiete mit einem Temperatur-Kontrast-Indexwert von < 0.25 wurden hinzugefügt

Um statistische Analysen durchführen zu können und Politikrelevanz zu erreichen, musste die Abgrenzung von Berggebieten auf die Gemeindeebene als administrative Einheit heruntergebrochen werden. Voraussetzung hierfür war zunächst ein Gemeindecoverage für das gesamte Untersuchungsgebiet. Eurogeographics ([www.eurogeographics.org](http://www.eurogeographics.org)) hat ein nahtloses Coverage mit den Gemeindegrenzen erzeugt, welches SABE genannt wird. Im Laufe der Studie wurde die Version von 1997 durch die neu erschienene Version von 2001 ersetzt. Leider beinhaltet SABE keine Grenzen für Rumänien und Bulgarien, welche aus separaten Quellen eingearbeitet wurden. Zudem stellte sich heraus, dass zusätzlich alternative Grenzen für die Schweiz, Slowenien und die Slowakei genutzt werden mussten.

Nach der Überlagerung des Gemeindecoverages mit dem Coverage der Berggebietsabgrenzung wurden die Gemeinden als Berggemeinden identifiziert, welche mindestens 50 % Gebirgsfläche aufwiesen.

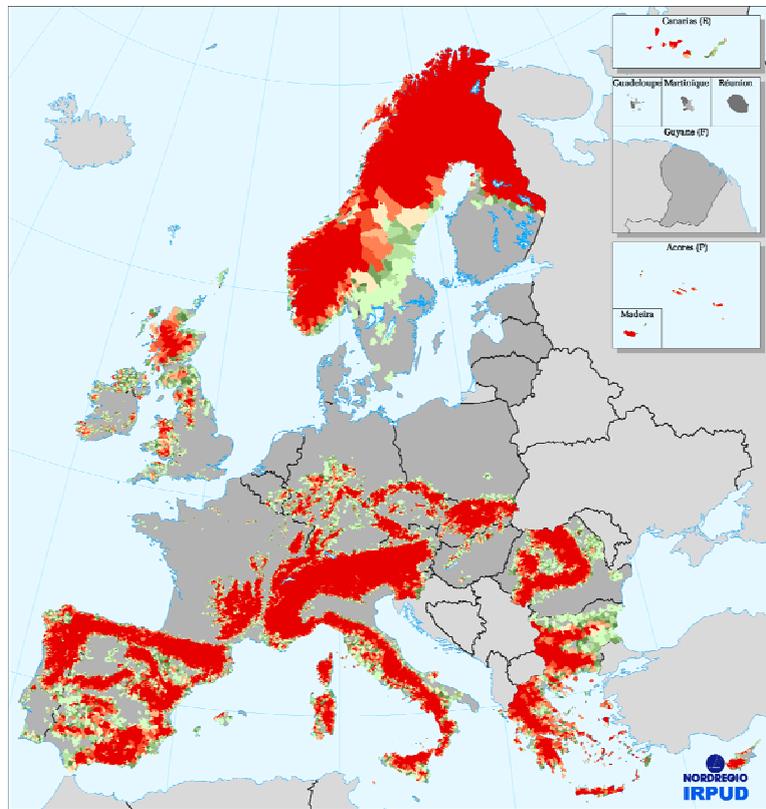


Abb. 1: Anteil der Gebirgsfläche je Gemeinde (in %)

Summiert man die Flächen der letztlich als gebirgig definierten Gemeinden auf, so wird deutlich, dass deren Anteil an der Staatsfläche innerhalb des Untersuchungsgebietes stark variiert (vgl. Tabelle 1).

| Country   | Country area  | Mountain area | % Mountain area | Country    | Country area    | Mountain area   | % Mountain area |
|-----------|---------------|---------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| AT        | 83.85         | 61.51         | 73.4            | BG         | 101.74          | 54.18           | 53.3            |
| BE        | 30.62         | 1.29          | 4.2             | CY         | 9.23            | 4.40            | 47.6            |
| DK        | 43.10         | 0.00          | 0.0             | CZ         | 78.79           | 25.41           | 32.3            |
| FI        | 326.76        | 166.08        | 50.8            | EE         | 45.23           | 0.00            | 0.0             |
| FR        | 548.64        | 138.64        | 25.3            | HU         | 92.48           | 4.37            | 4.7             |
| DE        | 356.77        | 52.59         | 14.7            | LT         | 65.30           | 0.00            | 0.0             |
| GR        | 132.22        | 102.98        | 77.9            | LI         | 64.59           | 0.00            | 0.0             |
| IE        | 70.14         | 7.44          | 10.6            | MT         | 0.22            | 0.00            | 0.0             |
| IT        | 300.59        | 180.78        | 60.1            | PL         | 311.44          | 16.18           | 5.2             |
| LU        | 2.59          | 0.11          | 4.4             | RO         | 238.40          | 90.24           | 37.9            |
| NL        | 41.20         | 0.00          | 0.0             | SI         | 20.27           | 15.81           | 78.0            |
| PT        | 92.36         | 36.14         | 39.1            | SK         | 48.99           | 30.37           | 62.0            |
| ES        | 505.21        | 281.61        | 55.7            | NO         | 323.90          | 295.86          | 91.3            |
| SE        | 450.00        | 227.70        | 50.6            | CH         | 41.30           | 37.46           | 90.7            |
| <b>UK</b> | <b>245.49</b> | <b>62.56</b>  | <b>25.5</b>     | Study area | <b>4,671.42</b> | <b>1,893.71</b> | <b>40.5</b>     |

Tab. 1: Anteil der Staatsfläche, die von Gebirgsregionen eingenommen wird

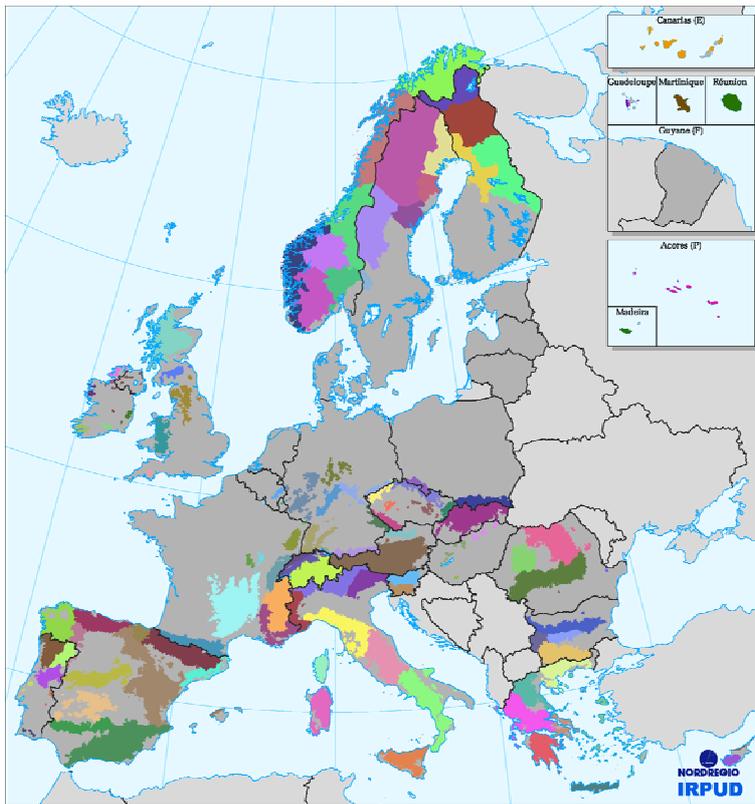


Abb. 2: Massivabgrenzung

Nachdem ca. 33.000 Gemeinden als gebirgig identifiziert wurde, galt es ex-ante Massive zu definieren. Die Vorgehensweise dabei war als qualitativ zu bezeichnen und wurde anhand von Vorschlägen nationaler Experten vorgenommen. Neben den Staatsgrenzen orientieren sich die Massive somit eher an sozialen und kulturellen Kriterien als an geologischen und berücksichtigen somit die innerstaatlichen Aufteilungen und Verständnisse von Bergregionen.

Dieses Vorgehen rechtfertigt sich dadurch, dass eine gemeindebezogene Analyse der einzelnen Berggebiete keine regional zusammenhängenden Gruppierungen hervorgebracht hätte, sondern man eher nach Städten und ländlichen Gebieten hätte unterscheiden können. Zudem werden Massive von sozialen Akteuren weniger als Kategorie verstanden, sondern eher als gebirgige Gebiete oder Regionen, bei denen es in diesem Zusammenhang unbedeutend ist, ob sie in sich homogen, funktional integriert o.ä. sind. Auf diese Weise wurden 127 zusammenhängende, nationale Massive identifiziert, die in Abbildung 2 dargestellt sind.

### 3.2 Übergangsgebiete

Neben den Berggebieten selbst wurde auch deren räumlicher Kontext, sprich ihre Einbindung und Verknüpfung mit umliegenden Gebieten,

untersucht. Hierzu wurden basierend auf der Massivabgrenzung sog. Übergangsgebiete (transition areas) zwischen Gebirgen und dem Flachland abgegrenzt. Mit Hilfe von ArcInfo wurden drei Pufferringe mit den Radien 10, 20 bzw. 50 km um die Berggebiete generiert (vgl. Abbildung 3). Statistische Analysen wurde dementsprechend nun teilweise auch für diese Übergangsgebiete als eigenständige Raumeinheit durchgeführt, wobei sich einige Auffälligkeiten zeigten. Beispielsweise ist die Versorgung mit Universitäten in den Übergangsgebieten vergleichsweise hoch, wie Abbildung 4 am Beispiel des Alpenraumes illustriert. Eine ähnliche Besonderheit lässt sich bei der Bevölkerungsdichte erkennen. Abbildung 5 zeigt, dass diese in den Übergangsgebieten höher ist als in den Berggebieten sowie den Flachlandgebieten. Eine umfassende Untersuchung derartiger Charakteristika und Besonderheiten war allerdings nicht primäres Ziel der Bergstudie und müsste folglich anderweitig ausführlicher untersucht werden.

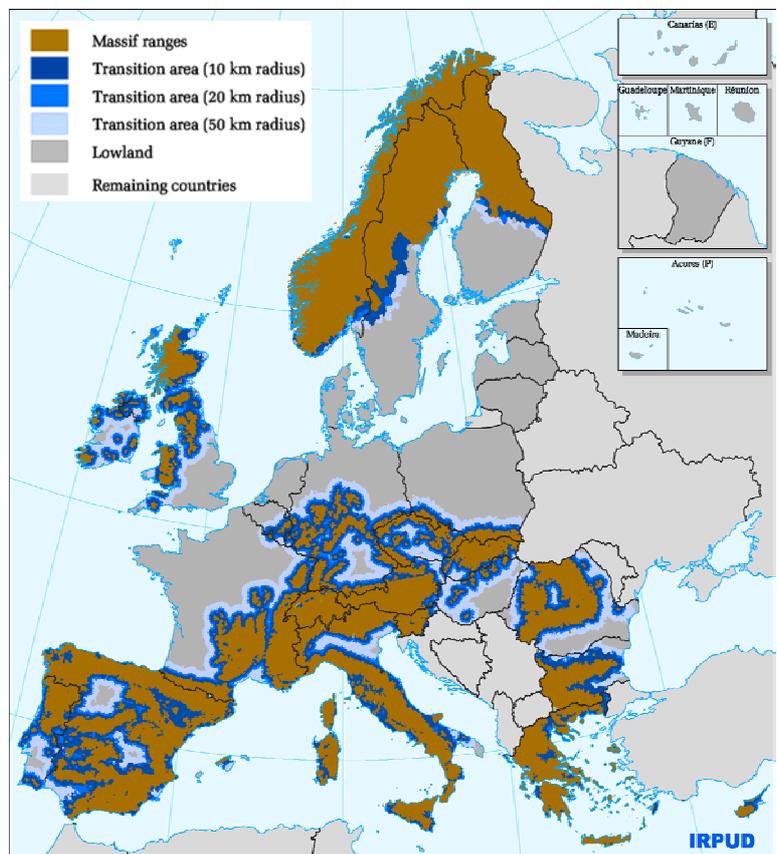


Abb. 3: Übergangsgebiete



Abb. 4: Universitäten im Alpenraum

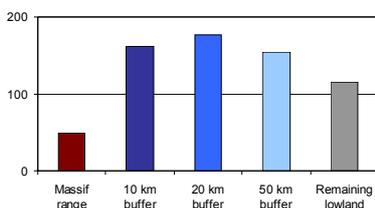


Abb. 5: Bevölkerungsdichte im Untersuchungsgebiet in EW / km<sup>2</sup>

## 4 DATENBANK

### 4.1 Anforderungen

Einer der grundlegenden Ansprüche an die Datenbank war die Kompatibilität mit der bestehenden Eurostat/GISCO GIS-Datenbank. Von Bedeutung waren hierbei insbesondere die unterstützten Datenformate und das genutzte Projektionssystem.

Da die Referenzdatenbank GISCO auf ArcInfo von ESRI in der Version 7.x aufsetzt, bedient sich die Datenbank der Bestimmung der folgenden Datenformate:

- ArcInfo Coverages (für Vektordaten wie das Gemeindecoverage)
- ArcInfo Info Tables (für die Indikatoren auf Gemeinde- und Massivebene)

Der Aufbau der Datenbank ist in Abbildung 6 dargestellt. Der workspace MOUNTAINS beinhaltet die Daten organisiert nach Indikatorenbereichen, auf die im weiteren Verlauf dieses Beitrages noch näher eingegangen werden wird.

Das Projektionssystem wurde ebenfalls in Anlehnung an die GISCO-Standards umgesetzt. Verwendet wurde eine Lambert Azimuthal-Projektion, die gut geeignet ist, die Formen großer Flächen möglichst verzerrungsfrei abzubilden. Die Projektion ist durch die in Tabelle 2 gelisteten Parameter charakterisiert.

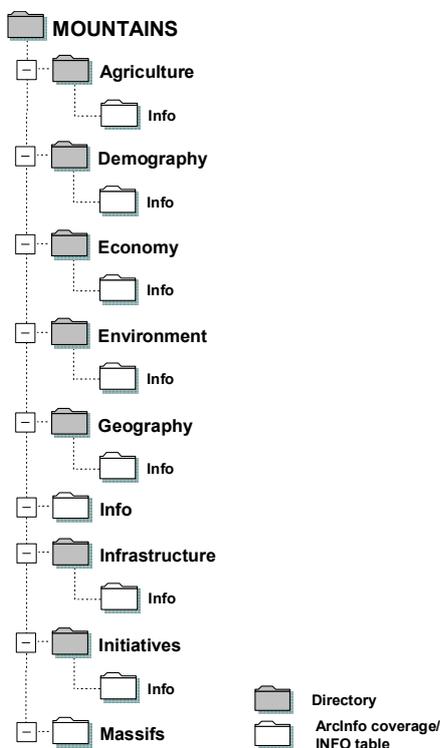


Abb. 6: Die Struktur der GIS-Datenbank der Bergstudie

- GIS-Techniken ermöglichen die Einführung von Indikatoren, die in statischen Datenbasen nur lückenhaft oder gar nicht vorhanden sind, wie z.B. Erreichbarkeitsindikatoren, Standorte bestimmter Einrichtungen oder Landnutzungen.
- I.d.R. decken GIS-Layer ganz Europa ab, so dass die Indikatoren lückenlos für das gesamte Untersuchungsgebiet erzeugt werden konnten.
- Den GIS-Layern liegt i.d.R. eine für das gesamte Untersuchungsgebiet einheitliche Datendefinition zugrunde, so dass die Berechnung der Indikatoren für alle Länder auf dieselbe Weise durchgeführt werden konnte, und somit die Verlässlichkeit der Daten sehr hoch war. Diese zwei Punkte waren hingegen bei den statistischen Daten häufig das Hauptproblem.

Auf der anderen Seite war der GIS-Ansatz aber auch mit Hindernissen verbunden:

- Es existiert nur eine begrenzte Zahl an europaweiten GIS-Layern, bei denen die Überseegebiete zudem meist nicht enthalten waren.
- Aufgrund des verwendeten Maßstabs der GIS-Layer ist die räumliche Auflösung häufig unsachgemäß, sprich die Anzahl der Attribute oder die Genauigkeit der Polygone ist unzureichend.

Die Liste der erzeugten Indikatoren umfasst mehr als dreihundert Indikatoren, die zum Teil auf Gemeindeebene und zum Teil auf Massivebene vorliegen (vgl. Tabelle 3). Die Indikatoren sind in die oben bereits erwähnten Bereiche eingeteilt:

| Units                             | Meters       |
|-----------------------------------|--------------|
| Spheroid                          | Sphere       |
| Radius of sphere of reference     | 6378388      |
| Longitude of centre of projection | 09° 00' 00'' |
| Latitude of centre of projection  | 48° 00' 00'' |
| False easting                     | 0.0          |
| False northing                    | 0.0          |

Tab. 2: Eigenschaften der GISCO-Projektion für Europa

### 4.2 Indikatoren

Die Sammlung, Erzeugung und Verwaltung von Indikatoren für ca. 115.000 Gemeinden in Europa war Schwerpunkt der Arbeit am IRPUD. Grundsätzlich wurde zwischen statistischen und GIS-Indikatoren unterschieden, wobei sich diese Unterscheidung auf die Erzeugung der Daten bezieht.

Statistische Daten wurden länderweise mit Hilfe nationale Partner gesammelt und später zusammengeführt. Falls Daten nicht auf Gemeindeebene für das entsprechende Jahr verfügbar waren, so wurden diese - falls möglich - disaggregiert. Manche Daten lagen allerdings für einige Länder gar nicht vor, weshalb in der Metadatendokumentation darauf hingewiesen wird, für welches Territorium die Daten jeweils verfügbar waren.

Unter dem Begriff GIS-Indikatoren wurden diejenigen Indikatoren zusammengefasst, die mit Hilfe von ArcInfo erzeugt wurden. Die Vorgehensweise folgte dabei immer dem gleichen Prinzip: Das oben bereits erwähnte NUTS 5 Gemeindecoverage wurde mit entsprechenden thematischen Coverages verschnitten und die Indikatoren selbst wurden anschließend unter Nutzung statistischer Methoden in ArcInfo abgeleitet oder unter Kombination mehrerer Datensätze berechnet.

Die Nutzung von GIS-Indikatoren war insbesondere im Kontext der Bergstudie mit den folgenden Vorteilen verbunden:

- *Landwirtschaft*: umfasst Daten zu landwirtschaftlichen Viehbeständen, landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen
- *Demographie*: beinhaltet Informationen zur Gesamtbevölkerung, Alterstruktur und zur räumlichen Verteilung der Bevölkerung
- *Ökonomie*: enthält Beschäftigtenzahlen, Daten zum Bildungswesen und zu Arbeitsplätzen
- *Umwelt*: umfasst Daten zur Siedlung- oder Freifläche, zum Besiedelungsgrad u.ä.
- *Geographie*: fasst Daten zur Flächennutzung, zur geographischen Lage sowie zu klimatischen und topographischen Bedingungen zusammen
- *Infrastruktur*: hält Daten zur Erreichbarkeit, zu Verkehrsnetzen, zum Tourismus sowie zu Gesundheits- und Bildungseinrichtungen vor
- *Initiativen*: beinhaltet Informationen zu Fördergebieten der EU (Strukturfonds)

| Bereiche       | Gemeindeebene |     | Massifebene |     | Summe     |     |       |
|----------------|---------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------|
|                | Statistik     | GIS | Statistik   | GIS | Statistik | GIS | Total |
| Landwirtschaft | 6             | 4   | 6           | 4   | 12        | 8   | 20    |
| Ökonomie       | 18            | 0   | 18          | 1   | 36        | 1   | 37    |
| Geographie     | 1             | 48  | 1           | 54  | 2         | 102 | 104   |
| Umwelt         | 0             | 2   | 0           | 9   | 0         | 11  | 11    |
| Demographie    | 13            | 1   | 13          | 7   | 26        | 8   | 34    |
| Infrastruktur  | 6             | 22  | 6           | 59  | 12        | 81  | 93    |
| Initiativen    | 0             | 0   | 0           | 10  | 0         | 10  | 10    |
| Summe          | 44            | 77  | 44          | 94  | 88        | 221 | 311   |

Tab. 3: Anzahl der Indikatoren nach Bereichen

### 4.3 Metadaten

Zur Speicherung und Verwaltung der verfügbaren Indikatoren wurde eine auf MS Access basierende Metadatenbank entwickelt. Die Metadaten zu den statistischen Indikatoren, die zunächst durch die nationalen Partner in Form ausgefüllter MS Word Dokumente erhoben wurden, galt es zunächst in die Datenbank zu überführen, wozu eine VBA-Anwendung programmiert wurde, die dies weitgehend automatisiert erledigte. Ein Metadatensatz enthielt pro Land und Indikator u.a. Angaben zu der genauen Datendefinition, den vorliegenden Datenformaten, eventuellen Beschaffungskosten sowie zur Verfügbarkeit und zu Datenquellen. Basierend auf diesen Metadaten wurden dann später die eigentlichen Daten bei den nationalen Partnern angefordert.

Um den Umgang mit den ca. 2.000 Datensätzen so komfortabel wie möglich zu gestalten, wurden zudem auf MS Access basierende Formulare erstellt, die das schnelle und bequeme Auffinden und Manipulieren einzelner Datensätze ermöglichten. Der sog. „DatabaseBrowser“ stellte dabei neben den üblichen Navigationsfunktionen auch Filter- und Sortierfunktionen bereit. Zur Bearbeitung häufig benötigter Abfragen wurde als weiteres Tool mit grafischer Benutzeroberfläche der „QueryBuilder“ entwickelt, der das Erzeugen von Ausgabelisten per Mausclick gestattet und diese bei Bedarf auch nach MS Excel exportiert.

Wie bereits erwähnt, wurden letztendlich auch die Metadaten über die zahlreichen GIS-Indikatoren in die Metadatenbank aufgenommen, so dass sie die Datenbank zum Abschluss der Studie ca. 9.000 Datensätzen enthielt. Um die rechnerübergreifende Kompatibilität der Datenbankanwendung unabhängig von der Version des installierten Windows Betriebssystems sowie der installierten MS Office Version zu gewährleisten, wurde die Datenbank letztlich als MS Access Runtime Anwendung weitergegeben.

## 5 TYPOLOGIEN

Insbesondere im Hinblick auf die Empfehlung von Politiken war die Betrachtung von Einzelindikatoren nicht ausreichend. Daher galt es, umfassende Multikriterienansätze und Methoden zu entwickeln, um Massive bestimmten Typen zuzuordnen. Da das Projekt erst im Januar 2004 auslief, können an dieser Stelle noch keine endgültigen Ergebnisse präsentiert werden, da zur Zeit der Erstellung dieses Beitrags die Typologien noch überprüft und weiterentwickelt wurden.

Drei verschiedene Typologien wurden entwickelt, die aus drei unterschiedlich zusammengesetzten Blickwinkeln Massive zu kategorisieren versuchen:

- sozio-ökonomisches Kapital
- Umwelt, Flächennutzung und Bodenbedeckung
- Infrastruktur, Erreichbarkeit und Dienstleistungen

Jede Typologie setzte spezifische Methoden ein, daher sei an dieser Stelle exemplarisch nur eine Typologie vorgestellt. Die Typologie zum sozio-ökonomischen Kapital berücksichtigt drei quantitative Indikatoren:

- Bevölkerungsdichte
- Bevölkerungsentwicklung zwischen 1991 und 2001
- Erreichbarkeit von Wirtschaftsräumen

Bei diesen Indikatoren wurden jeweils zwei Klassen gebildet, anhand derer die Einstufung des Massivs zu einem Typus vorgenommen wurde. Die dazugehörige Matrix und die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt.

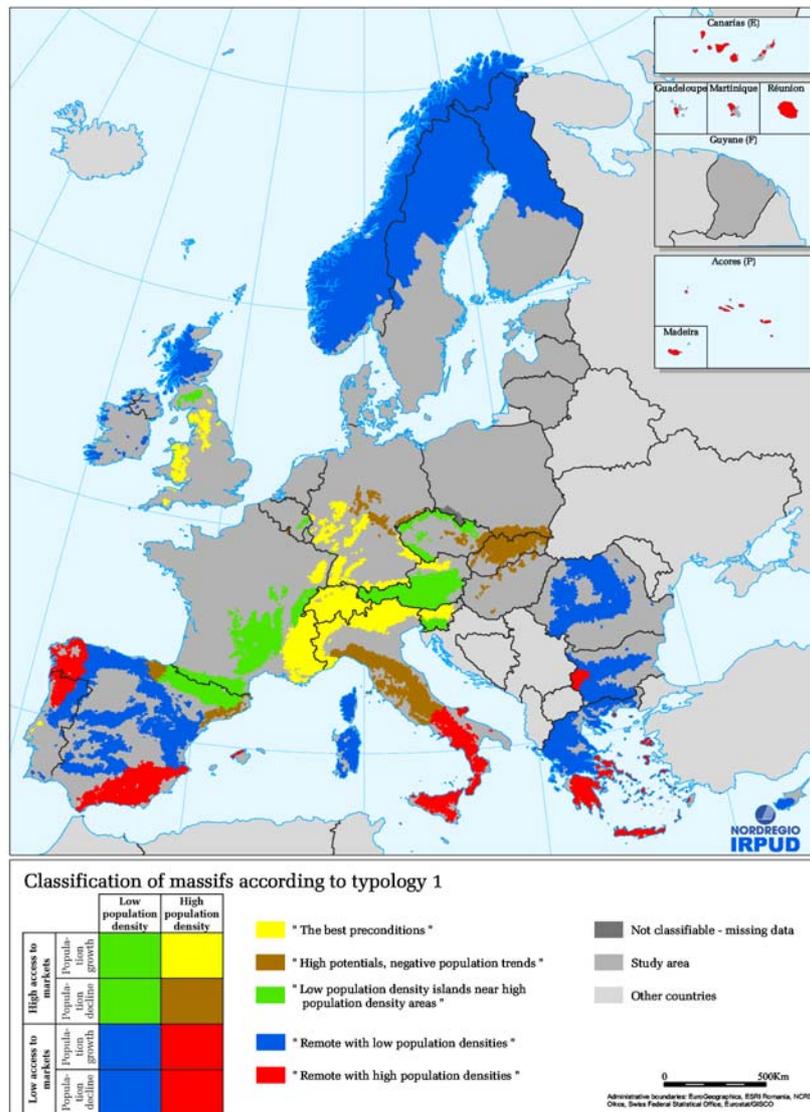


Abb. 7: Klassifikation der Massivs bzgl. sozio-ökonomischem Kapital

## 6 QUELLENANGABEN

Eurogeographics: [www.eurogeographics.org](http://www.eurogeographics.org)