Vernetzung von GIS und Geostatistik für ein Umweltbeobachtungssystem in Deutschland

Gerlinde Knetsch[1], Winfried Schröder[2]

1. Einführung

Umweltbeobachtung zielt darauf, Ergebnisse aus Beobachtungsprogrammen und Messnetzen fachlich und methodisch aufzubereiten, je nach Fragestellungen medienübergreifend zu verknüpfen und zu bewerten, um für umweltpolitische Entscheidungen notwendige Informationen bereitzustellen. Geostatistische Verfahren und Simulationsmodelle sind für die Aufbereitung und Verknüpfung unverzichtbare Werkzeuge. Sie ermöglichen, Daten aus der Umweltbeobachtung räumlich und/oder zeitlich zu vernetzen. Eine Methode besteht in der Anwendung eines Raumgliederungsverfahrens für Deutschland. Unter Anwendung des geostatistischen Verfahrens CART und der Verschneidung von Flächendaten im GIS wird eine einheitliche räumliche Bezugsbasis erstellt. Diese standortsökologische Gliederung dient als Basis der Darstellung, Zusammenschau und Bewertung verschiedener Messnetze und kann für die Bestimmung der raumstrukturellen Landschaftsrepräsentanz genutzt. Aufbauend auf geostatistischen Messwertanalysen können Vorschläge für die Optimierung von Beobachtungsmessnetzen abgeleitet werden.

2. Methoden und Instrumente

Unter Anwendung des geostatistischen Verfahrens CART (Classifikation and Regression Trees) und dessen Kopplung an das Geografische Informationssystem Arc INFO wird Deutschland in verschiedene Naturräume (Standorttypen/Raumklassen)

[1] Umweltbundesamt, Postfach 330022, 14191 Berlin
email: gerlinde.knetsch@uba.de, Internet: http://www.umweltbudesamt.de
[2] Hochschule Vechta, Institut für Umweltwissenschaften, Postfach 53 53, 49364 Vechta
email: winfried.schroeder@ispa.uni-vechta.de, Internet : http://www.iuw.uni-vechta.de/personal/oekologie

unterteilt. Diese Raumklassen bilden einen Ordnungsrahmen für die Beschreibung von Merkmalen, die primär zwei Kriterien erfüllen:

- Homogenität, das heißt, die Merkmale sollen innerhalb eines Naturraumes einander möglichst ähnlich sein und
- Trennschärfe, das heißt, die Naturräume sollen gegenseitig abgrenzbar sein.

Der ausgewählte Parametersatz für das angewendete Klassifizierungsmodell zur Berechnung einer bundesweiten ökologischen Raumgliederung setzt sich aus folgenden Variablen zusammen:

- Zielvariable: Potenzielle natürliche Vegetation
- Beschreibende Variablen: Bodenarten, Orografische Höhe sowie aktualisierte Klimadaten (d.h. Lufttemperatur, Niederschlagssumme, Verdunstungsrate und Globalstrahlung).

Durch das gebundene, hierarchische Clusterverfahren von CART, können verschiedene Ebenen einer derartigen Regionalisierung abbildet werden. Das bedeutet, dass die Raumeinheiten einer höheren Gliederungsebene nach Maßgabe der Kriterien Homogenität und Trennschärfe auf tieferer Ebene weiter unterteilt werden. CART stellt keine Voraussetzungen an das Skalenniveau der zu verarbeitenden Daten. Es können kategoriale (nominale) und ordinale Daten zusammen mit metrisch- (intervall- und rational-) skalierten Daten ohne Skalentransformation und den damit verknüpften Informationsverlusten verarbeitet werden. CART eignet sich somit besonders zur Verarbeitung von Daten über ökologische Merkmale, die oft auf unterschiedlichen Skalenniveaus vorliegen und deren Verteilungseigenschaften zumeist nicht bekannt sind.

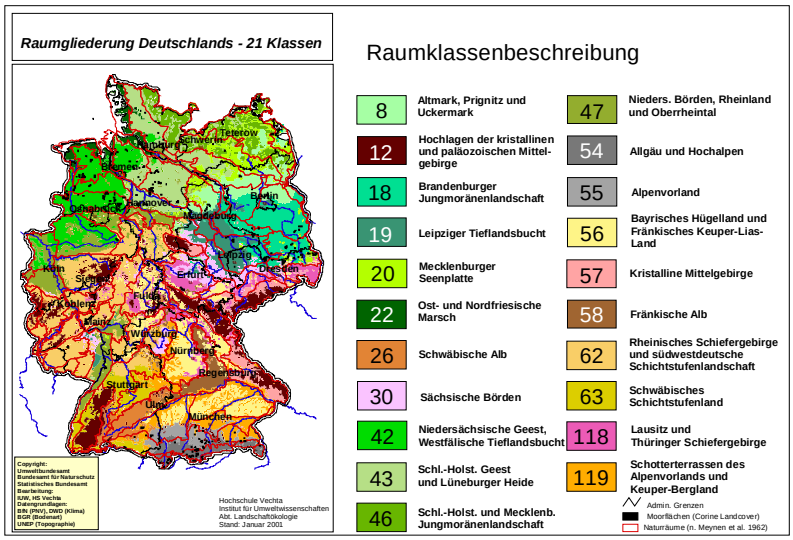

Abb. 1 Standortsökologische Raumgliederung Deutschlands

Der Partitionsalgorithmus "log-likelihood" der Splus-Version von CART berechnet für alle Ausprägungen der beschreibenden Variablen die "Unreinheiten" der sich ergebenden Untergruppen. Der Algorithmus wählt diejenige Partition mit dem günstigsten Fehlklassifikationswert aus. Er beschreibt die Beziehungen der Klassen untereinander bezüglich der Ausprägungen der Zielvariablen und der beschreibenden Merkmale. CART erstellt zunächst einen Strukturbaum mit der nach Datenlage maximal möglichen Klassenanzahl. In der hier vorgestellten Raumgliederung wurde letztendlich eine maximale Klassenanzahl von 73 erreicht. Der auf diese Weise berechnete Maximalbaum kann anschließend vom Bearbeiter nochmals anhand weiterer, im einzelnen fachlich zu begründender Kriterien manuell gestutzt werden. Dadurch wird es möglich, die vom Programm berechnete Klassifikation nach inhaltlichen Überlegungen zu modifizieren. Jede Klasse wird statistisch und verbal beschrieben und durch einen naturräumlich typischen Namen gekennzeichnet.

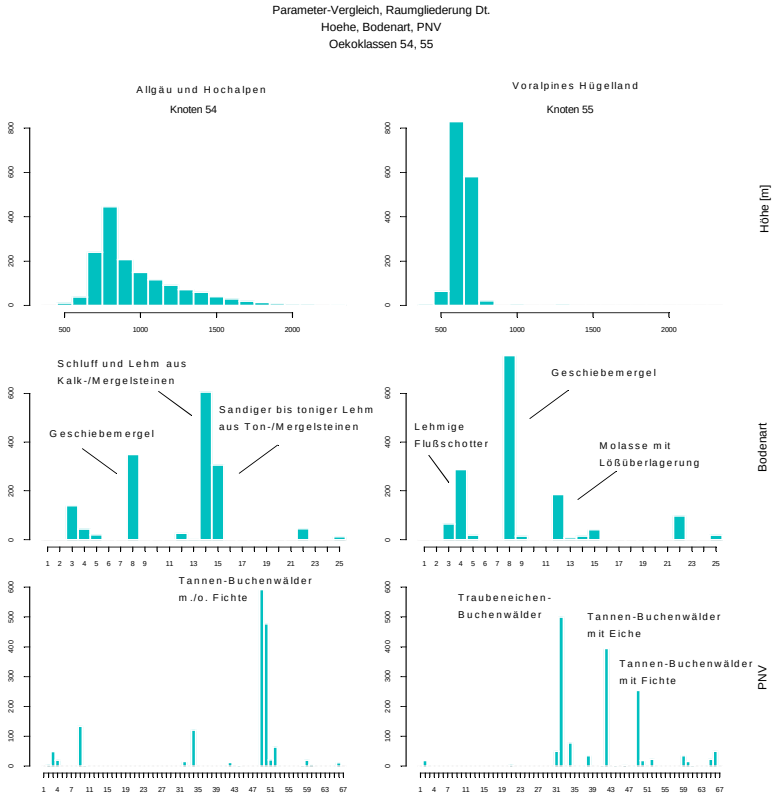

Abb. 2: Parametervergleich der Raumklassen 54 und 55

Die Karte der Standortsökologischen Gliederung wird in ein GIS eingelesen und mit Messnetzkarte verschiedener Umweltbeobachtungsprogramme überlagert. Anhand eines Algorithmus lässt sich die Messnetzdichte für diese Raumklassen quantifizieren. Die Verknüpfung von Metadaten und Messnetzgeometrien erlaubt es weiterhin,

Aussagen zu räumlichen, zeitlichen und inhaltlichen Merkmalen der Messnetze zu machen (Aufzeigen von räumlichen Redundanzen oder Lücken, möglicher Bedarf an Harmonisierung).

5. Ausblick

Die standortsökologische Gliederung Deutschlands bietet u.a. für Bereiche des Natur- und Landschaftsschutzes, der Forstwirtschaft, der Umweltbeobachtung und zur Bestimmung von repräsentativen Räumen eine Basis für Planungs- und Entwicklungsmaßnahmen (Optimierung, Harmonisierung, Verknüpfung). Es ist ein Modul eines Umweltbeobachtungssystems für Deutschland, auf dem für weitere Fragestellungen (z.B. Monitoring Gentechnisch veränderter Organismen) aufgesetzt werden kann. Es ist geplant, die Methodik der Raumgliederung auf die Zielvariable Wassereinzugsgebiete anzuwenden. Für die Umweltbeobachtung ist die Erfassung von Stoffflüssen innerhalb von Ökosystemen und über deren Grenzen hinaus eine essentielle Grundlage, um Stoffeintrags- und Stoffaustragspfade zu bestimmen.
References:

1. Schröder, W. et al, (2001) : Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogramms im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder“ UFOPLAN 2000, FKZ 299 82 212/01 und 02
2. Knetsch, G., (2000): Raumbezug in der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder, UWSF 12 (4) S. 235
3. Breimann et al., (1984): Classification and regression trees (CART). Monterey, Wadsworth, Inc.