

Methoden der räumlichen Generalisierung und Disaggregation im Kontext der GIS-gestützten explorativen Landschaftsanalyse

Joachim Kiesel¹, Jörg Hoffmann², Gerd Lutze¹, Karl-Otto Wenkel¹

¹Institut für Landschaftssystemanalyse
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. Müncheberg
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg

²Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50 D-38116 Braunschweig.

jkiesel@zalf.de
joerg.hoffmann@fal.de
glutze@zalf.de
wenkel@zalf.de

Abstract: Die Moving-Window-Technologie ist eine Rahmenmethode zur Beschreibung der Verteilung von räumlich verteilten Objekten in der Landschaft. Über die Größe und Form des Analysefensters ist der Generalisierungsgrad skalierbar. An Beispieldaten aus dem Atlas für Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands¹ werden darauf basierende Methoden zur Generalisierung und Disaggregation im Vergleich mit konventionellen Analyse- und Interpolationsverfahren dargestellt.

Der Moving-Window-Ansatz

Bei der GIS-gestützten explorativen Landschaftsanalyse nehmen Fragestellungen zur Regionalisierung, der Ausgrenzung von Landschaftseinheiten, ihrer Klassifizierung und Beschreibung ihrer Ausstattung einen breiten Raum ein. Dabei geht es um den Ausweis von quasi homogenen Einheiten im Sinne der Generalisierung zur Definition von Gültigkeitsbereichen von Modellergebnissen und zum Ausweis von Konfliktbereichen der gegenwärtigen Landnutzung bezüglich der naturräumlichen Potenziale. Jeder Punkt des Untersuchungsgebietes wird in seinem lateralen räumlichen Kontext bewertet. Dabei können nur die Quantitäten von relevanten thematischen Objekten in der Nachbarschaft des zu untersuchenden Punktes von Bedeutung sein oder aber die Art und Weise ihrer räumlichen Anordnung.

¹ F. Benkert, F. Fukarek, H. Korsch (Hrsg.) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands, Gustav Fischer Verlag Jena, 1996

Zur Operationalisierung dieser Funktionen bietet sich die Moving-Window-Technologie als fortgeschrittene GIS-gestützte raumbezogene Rahmentechnologie an. Sie analysiert und bewertet die räumliche Verteilung von biotischen, abiotischen, sozioökonomischen, strukturellen oder funktionellen Merkmalen in ihren räumlichen Verteilungen selbst oder zueinander, indem über Lage, Geometrie und Werteverteilung Nachbarschaftsbeziehungen ausgewertet und Verbindungen zu weiteren thematischen Ebenen hergestellt werden. Der räumliche Kontext ist frei definierbar und im Gegensatz zur "Quadrantenmethode" stets dynamisch auf den jeweils betrachteten Punkt bezogen.

Ergebnis kann eine erwartungstreue, im Generalisierungsgrad stufenlos skalierbare räumliche Verteilung des untersuchten Merkmals sein, wobei unwesentliche Ausprägungen zugunsten dominierender unter möglicher Bewahrung lokaler Extremwerte in den Hintergrund gedrängt werden (Hot Spot Analyse durch Aggregation) oder in Kombination mit räumlichen Interpolationsverfahren und unter Hinzuziehung weiterer Informationsebenen ein Herunterbrechen aggregiert vorliegender Informationen auf eine feinere räumliche Auflösung realisiert wird (Disaggregation). Durch die freie Definierbarkeit (Programmierbarkeit) der im Moving-Window ablaufenden Funktionen kann eine hohe Flexibilität bei der Anpassung der Methode an die zu lösende Fragestellung erreicht werden. Die Methode liefert unabhängig von Form und Größe des Untersuchungsgebietes flächendeckende, stetige Merkmalsverteilungen und ist damit besonders gut einer visuellen Darstellung und Interpretation der Ergebnisse zugänglich. Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Bereitstellung von räumlichen Daten für die Modellierung auf Basis neuronaler Netze und Fuzzyansätzen.

Die folgenden ausgewählten Fallbeispiele sollen exemplarisch die Potenziale der Moving-Window-Methode illustrieren. Darüber hinaus wurden zahlreiche Applikationen zur Beschreibung räumlich verteilter biotischer und abiotischer punkt-, linien- und flächenförmiger Merkmale bis hin zur Generalisierung von Digitalen Geländemodellen erfolgreich erprobt und angewendet.

Generalisierung der Verteilung von Farn- und Blütenpflanzen der Roten Liste Brandenburgs

Der Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands enthält auf der Basis von Messtischblattquadranten (TK25-Quadranten) Verbreitungsinformationen von 1998 verschiedenen Pflanzenarten als stark generalisierte ja/nein-Aussage, ob eine bestimmte Pflanzenart im jeweiligen Quadranten anzutreffen ist oder nicht. Davon gehören 526 Arten zur Roten Liste des Landes Brandenburg mit den folgenden Gefährdungsklassen, denen in Abstimmung mit Biologen Gewichte entsprechend ihres Gefährdungsgrades zugeordnet wurden:

Gefährdungsklasse	Gewicht	Ziel ist die Generierung einer Karte, die die räumliche Verteilung eines Gefährdungsindex beschreibt und somit Hinweise auf die Lage von Arealen mit hoher Artendichte von Rote Liste Pflanzen in Kombination mit ihrer Gefährdung gibt. Diese Hotspots können Entscheidungsgrundlage für die Etablierung von speziellen Schutzmaßnahmen sein.
sehr stark gefährdet	3	
stark gefährdet	2	
gefährdet	1	
selten, potenziell gefährdet	2	

Bei der klassischen Methode wird dieser Index für jeden Messtischblattquadranten separat gebildet, indem die Summe der Gewichte jeder dort auftretende Art mit der Summe der Gewichte alle Arten normiert wird. Abbildung 1 veranschaulicht die entstehende Verteilung. Es wird deutlich, dass zwar jeder Quadrant als homogen erscheint, aber sich keine größeren quasi homogenen Areale bilden.

Betrachtet man stattdessen einen Punkt in seinem räumlichen Kontext, so kann die künstliche Grenze des Messtischblattquadranten aufgebrochen werden und es bilden sich, wie im Abbildung 2 dargestellt, generalisierte Areale, die den angegebenen Indexklassen zugeordnet werden können. Hierfür wurde ein kreisförmiges Moving-Window mit einer modifizierten Dichtefunktion (Kernel – Estimation) und einem Radius von 25 km verwendet. Gegenüber einer Mittelwertfunktion erfolgt eine geringere Glättung. Eine einfache Dichtefunktion erzeugt hingegen Artefakte. Durch die Normierung mit den Gewichten aller potenziell auftretenden Arten wird einerseits der nach Süden zunehmenden Fläche jedes Quadranten Rechnung getragen und einem Abfall der Verteilung in den Randbereichen entgegengewirkt.

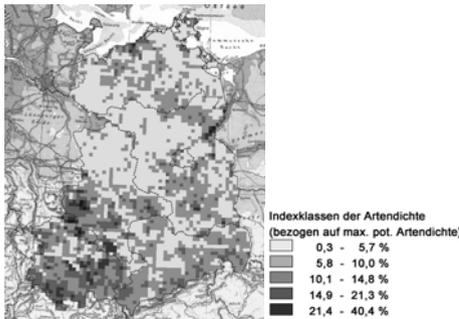


Abbildung 1: TK500Quadranten der Rote Liste Arten von Farn- und Blütenpflanzen Brandenburgs

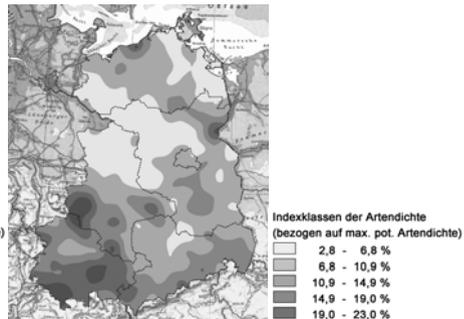


Abbildung 2: Dichteermittlung der Rote Liste Arten von Farn- und Blütenpflanzen Brandenburgs

Disaggregation von Indikatorarten der Farn- und Blütenpflanzen Brandenburgs (Lebensraumdifferenzierte Methode)

Ausgangspunkt sei wieder der Atlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Es werden 221 Pflanzenarten ausgewählt, die in ihren Habitatansprüchen Indikatorarten für

Acker und Brache darstellen. Es sollen nun möglichst lagegenau Hotspots der Verbreitung dieser Indikatorarten ausgewiesen werden. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, sind in Brandenburg maximal 130 Arten pro Messtischblattquadranten anzutreffen. Jedoch berücksichtigen die als homogen angenommenen TK25-Quadranten eine Differenzierung der Lebensräume der einzelnen Arten und die spezielle Biotoptypverteilung in den Quadranten nicht. So kommt es auch, dass Berlin als Pseudo-Hotspot ausgewiesen wird. Methodisch wird nun so vorgegangen, dass in einem ersten Schritt die jedem Quadranten zugeordnete Artenzahl auf die diskreten Konturen des der Biotoptypkartierung entnommenen Ackerlandes heruntergebrochen wird. Damit wird der Pseudo-Hotspot Berlin wegen kaum vorhandener Ackerflächen entschärft und eine bessere räumliche Differenzierung erreicht. Sprünge zwischen den Quadranten treten aber nach wie vor auf. In der Praxis ist es jedoch nicht vermittelbar, dass beim Betreten des Nachbarquadranten die Zahl der den Indikator bildenden Arten beispielsweise um fast 100% ansteigen soll. Aus diesem Grunde wird eine Generalisierung auf der Basis der Moving-Window-Technologie mit modifizierter Dichtefunktion (Kernel-Estimation) nachgeschaltet. Dabei ist der Generalisierungsradius so zu wählen, dass einerseits die artifiziellen Sprünge an den Quadrantengrenzen verschwinden, aber andererseits der Generalisierungsgrad nicht zu stark ausfällt, so dass die Unterschiede zwischen den Quadranten verwischt werden. Durch austesten einer Reihe möglicher Generalisierungsradien wird der optimale Wert auf 1 km festgelegt. Da aber der mittlere Abstand der Mittelpunkte der Quadranten ca. 5.5 km beträgt, würde ein Generalisierungsradius von 1 km lediglich den Mittelpunkt des Quadranten unscharf erscheinen lassen. Mittels einer feineren Rasterung der Quadranten mittels bilinearer Interpolation lässt sich eine Verteilung generieren, die sowohl die Werte der vorgegebenen Quadrantenmittelpunkte exakt trifft als auch zu den Rändern des Quadranten in Richtung des Wertes des Nachbarquadranten tendiert. Damit wird jegliches Überschwingen vermieden und eine Datendichte generiert, die eine Generalisierung mittels modifizierter Dichtefunktion (Kernel – Estimation) mit einem Generalisierungsradius kleiner als die räumliche Auflösung der Ausgangsdaten ermöglicht. Abbildung 4 zeigt das lebensraumdifferenzierte Herunterbrechen des Indikators und seine unscharfe Fokussierung auf die Zentren von Acker und Brache.

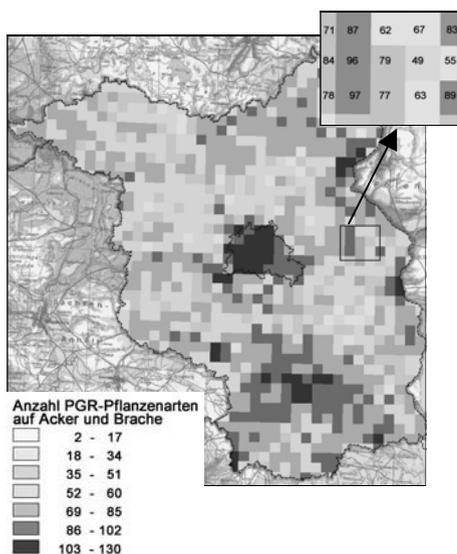


Abbildung 3: Verteilung von Farn- und Blütenpflanzen auf Acker und Brache in Messtischblattquadranten

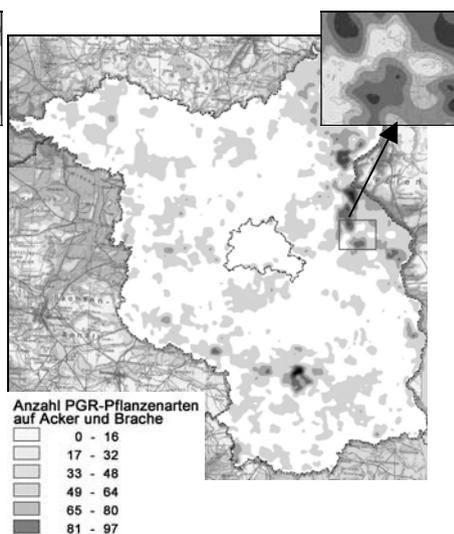


Abbildung 4: Lebensraumdifferenzierte Verteilung von Farn- und Blütenpflanzen auf Acker und Brache