

## **„LANDCOVER AUSTRIA“ UND „LANDSCAPE METRICS“: NEUE KARTEN ZUR (KULTUR-)LANDSCHAFTSSTRUKTUR IN ÖSTERREICH**

Martin SEGER, Klagenfurt\*

mit 6 Abb. und 1 Tab. im Text

### INHALT

<i>Abstract</i> .....	139
<i>Zusammenfassung</i> .....	140
1 Der „Landcover Austria“-Datensatz .....	140
2 Landschaftsmaße (Landscape Metrics): Quantifizierung von Landbedeckungs-Mustern.....	145
3 Randlängen (edge density)-Berechnungen: drei Beispiele aus dem „Landcover Austria“-Datensatz .....	148
4 Literaturverzeichnis .....	159

### *Abstract*

*“Landcover Austria” and “Landscape Metrics”: New maps of the structure of (Cultural) Landscapes in Austria*

*A digital dataset, „Landcover Austria“, is the basis for new landscape measurements that are described in outline, namely “landscape metrics“. The dataset on a fairly large scale is highly detailed as to the classes of land cover – especially so in comparison with CORINE. In order to present the variety of landscapes in Austria, two maps show the distribution of dominant land cover types on the one hand and the varying number of different land cover polygons in a grid raster on the other hand. These patterns depicting a highly diversified territorial structure are helpful for the interpretation of the spatial landscape metrics information in another three maps: different examples of edge densities are calculated with respect to the occurrence and the distribution of forest and settlement polygons. Some results as to the detailed spatial patterns of this European cultural landscape might be considered surprising.*

\* Univ.-Prof. Dr. Martin SEGER, Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt, A-9020 Klagenfurt, Universitätsstraße 65-67; e-mail: martin.seger@uni-klu.ac.at, <http://www.uni-klu.ac.at/groups/geo>

## Zusammenfassung

*Ein digitaler Datensatz „Landcover Austria“, der sowohl bezüglich des Erhebungsmaßstabes als auch des Sets der Landnutzungsklassen sehr differenziert ist, liegt für das gesamte Staatsgebiet vor. Das ermöglicht Berechnungen im Bereich des neuen Forschungszweiges der Landschaftsmaße (Landscape Metrics), der knapp vorgestellt wird. Zwei Übersichtskarten nach 3x5-Gradminutenfeldern stellen Merkmale des Datensatzes wie der Landschaftsstruktur Österreichs dar. Vor diesem Hintergrund wird ein Randlängen-Index (edge density) für Waldränder und Siedlungsränder nach Rasterzellen in drei Karten vorgestellt. Das hinsichtlich der räumlichen Verteilung der Zellen-Werte zum Teil überraschende Kartenbild wird unter Verwendung von Zusatz-Informationen interpretiert.*

## 1 Der „Landcover Austria“ – Datensatz

Im Verlaufe des Geographie-Forschungsschwerpunktes beim Österreichischen Fonds zur Förderung der Wissenschaften (FWF) (angeregt und koordiniert von E. LICHTENBERGER in den 1990er-Jahren) haben der Autor und sein Team eine differenzierte Erfassung der Landnutzung und der Landoberflächen Österreichs durchgeführt, worüber sowohl in den „Mitteilungen“ als auch auf der „AGIT“ und am Institut für Vermessungswesen, Fernerkundung und Landinformation der Universität für Bodenkultur berichtet wurde (SEGER 2000a,b, 2001). Der in verschiedenen Details verbesserte und weitergeführte Datensatz der „Realraumanalyse Österreich“ wurde 2005 an das „Land- und Forstwirtschaftliche Rechenzentrum“ (LFRZ) Wien übermittelt. Damit sollen sowohl die Verbreitung dieser Daten als auch ihre ökologische Verwertung gewährleistet werden. Der Datensatz hat im LFRZ die Bezeichnung „Landcover Austria“, ein prägnanter Begriff, der auch hier verwendet wird. Die Erlöse aus der Kooperation mit den LFRZ fließen weiteren Arbeiten mit den „Landcover Austria“-Daten zu. Damit erst beginnt das wissenschaftliche Arbeiten mit diesen Daten, was zumeist über eine Verknüpfung von regionalanalytischen Fragestellungen mit den Methoden der Geodaten-Verarbeitung geschieht. Ein fächerübergreifend-integrativer Ansatz, der Teamarbeit erfordert. Die hier vorgelegten thematischen Karten auf Rasterdaten-Basis sind ein erstes Produkt einer solchen Kooperation.

Vorweg aber erscheint es angebracht, den für die gegenständlichen Berechnungen verwendeten Datensatz „Landcover Austria“ knapp zu kennzeichnen. Vier Merkmale sind es, die diesen Datensatz, den zurzeit inhaltsreichsten in Österreich (weil räumlich differenzierter als das Vergleichsprodukt CORINE), erscheinen lassen:

- *Vielzahl von Landcover-Klassen* (über 60), hierarchisch zusammenführbar zu fünf Hauptnutzungsklassen (Siedlung / Agrarraum / Wald / subalpin-alpines Höhenstockwerk / Sonstiges),
- *Kombination von tradierter Kartographie* (Kartenentwürfe der Polygone und Linien gezeichnet, und nicht automatisch z.B. aus Satellitendaten generiert) mit High-Tech-Methoden (Scannen der Kartenentwürfe, digitale Weiterbearbeitung),

- Bearbeitung des *gesamten Staatsgebietes* nach einheitlichen methodischen Regeln und in hoher *Auflösung* und Differenziertheit: Erfassung von Landcover-Flächen als Polygone ab einer Größe von 1,5-2 ha (und nicht wie bei CORINE ab 25 ha),
- *Prinzip der Nachhaltigkeit* des Datensatzes im Sinne sinnvoller Klassen, angemessener geometrischer Qualität der Polygone sowie Abpufferung gegenüber geringeren Veränderungen in der Landnutzung: Raumordnungsrelevantes Klassenset, neuartige Klassen (z.B.: Waldtypendifferenzierung, Prinzip des Multi-Daten-Inputs beim Kartenentwurf, dieser im mittleren Maßstab 1:50.000): verkleinerbar einerseits und schon generalisiert, damit Resistenz gegenüber kleineren Veränderungen, dies auch aufgrund „weicher“ Benennung der Klassen.

„Landcover Austria“ wurde in Teilstücken erarbeitet, die dem Blattschnitt der ÖK 50 entsprechen. Der Datensatz enthält einen Polygon- und einen Linien-Layer. Er umfasst nicht weniger als 320.000 Polygone und hat einen Umfang von 220 MB.

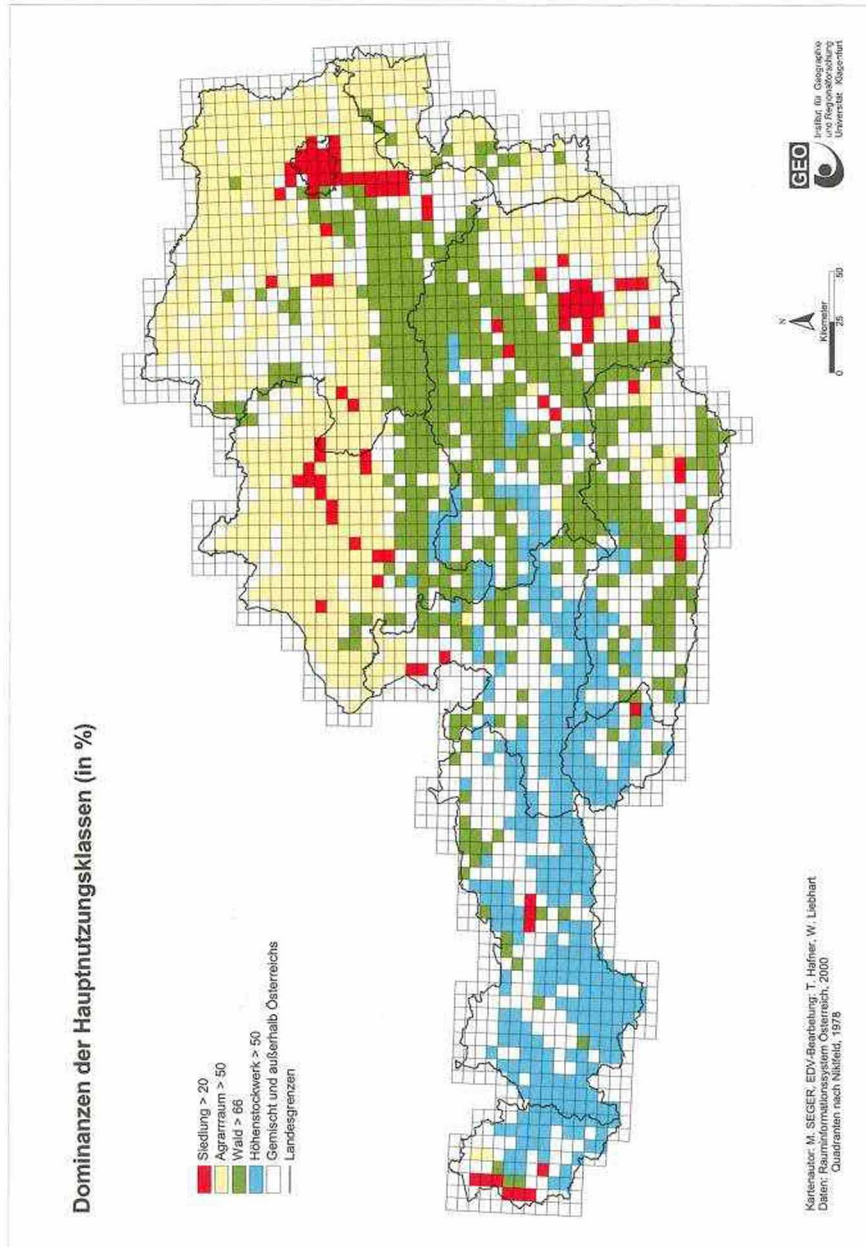
#### ***Zur Validität der Landcover-Daten***

Der Datensatz „Landcover Austria“ und die von ihm abgeleiteten Produkte beziehen sich auf den Zustand der Landnutzung um die Jahrtausendwende. Viele der Landcover-Klassen können, was die Aktualität der Polygon-Verläufe usw. anlangt, als relativ stabil gegen kleinere Schritte des Landschaftswandels gelten. Das ergibt sich einerseits aus dem mittleren Maßstab 1:50.000 der Primärdatenerstellung (nur kräftige Veränderungen der Landnutzung sind überhaupt maßstabsrelevant), und andererseits aus der „weichen Definition“ der Klassen, z.B. im Baulandbereich oder in jenem der agrarischen Landnutzung, wodurch Veränderungen innerhalb der Klassen selbst nicht bedeutend sind. Veränderungen, die ein Upgrading des Datensatzes erfordern, beziehen sich auf die Erfassung neuer Verläufe von Bahn und Straße sowie auf größere Bauvorhaben speziell an den Siedlungsrändern der Ballungsräume. Ersteres wird durchgeführt, zweiteres zurzeit nicht.

#### ***Landcover Austria – dominante Hauptnutzungsklassen nach Rasterfeldern*** (vgl. Abb. 1)

Im vorliegenden Beitrag werden einzelne „Landcover Austria“-Klassen bzw. deren Grenzlinien nach genormten Rasterfeldern untersucht. Diese Rasterfelder umfassen 3x5 Gradminuten, was einer Fläche von etwa 34,5 km<sup>2</sup> entspricht. Rasterfelder dieser Abmessung sind geeignet, um ein sowohl differenziertes als auch zugleich generalisiertes Bild des Staatsgebietes darzustellen; sie werden daher auch für faunistische und floristische Bestands- und Verbreitungserhebungen benützt. Die erste Abbildung zeigt den 3x5 Gradminuten-Raster und die Dominanz der oben erwähnten fünf Hauptnutzungsklassen von „Landcover Austria“.

Dabei wurden unterschiedliche Grenzwerte verwendet: Siedlungsflächen ab 20% Flächenanteil pro Rasterzelle werden als dominant bewertet, der Wald erst ab 66%,



**Abb. 1: Dominante Hauptnutzungsclassen nach Rasterfeldern. Bewusst variable Grenzwerte. Raster: 3x5-Gradnetz-Minuten analog zur floristischen Kartierung Österreichs**

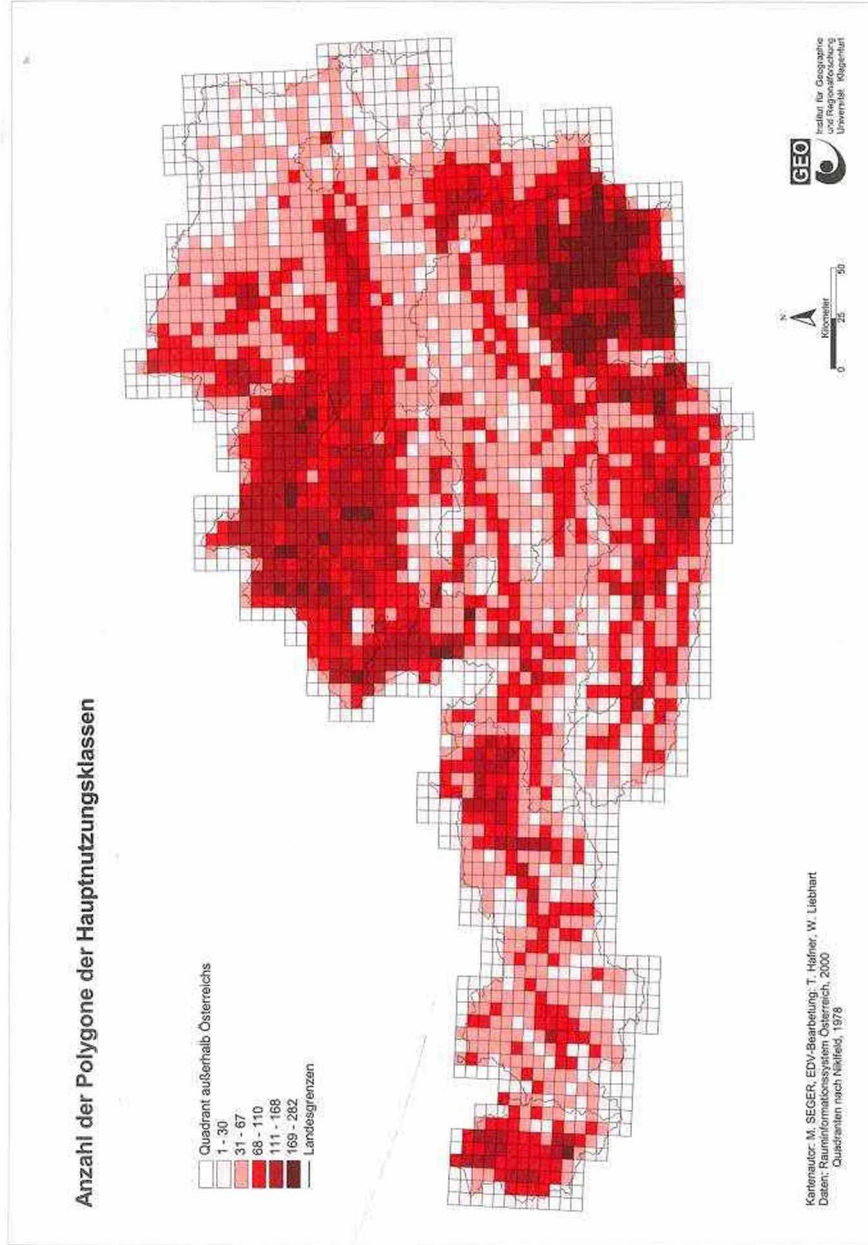


Abb. 2: Räumlich-strukturelle Vielfalt nach der Anzahl der Polygone der vier Hauptnutzungsclassen (Siedlung, Agrarraum, Wald, alpines Höhenstockwerk)

der Agrarraum und das alpine Höhenstockwerk jeweils ab einem Flächenanteil von über 50%. Eine leere Klasse betrifft Rasterfelder ohne eine derartige Dominanz. Es versteht sich, dass veränderte Grenzwerte auch eine Veränderung dieses Kartenbildes zur Folge hätten.

### ***Maßstabsfragen und visuelle Wahrnehmung von Karteninhalten***

Wenn digitale raumbezogene Daten auch beliebig vergrößerbar und verkleinerbar sind, so wohnt ihnen doch das Maßstabsproblem inne, und zwar in dreifacher Form:

1. Maßstäblichkeit der verwendeten Primärdaten, konkret: wenn wie bei „Landcover Austria“ die Polygon- und Linienstrukturen im mittleren Maßstab erstellt wurden (1:50.000), dann ist das Produkt für Fragestellungen und Themen, die etwa einen Maßstab 1:20.000 erfordern, einfach ungeeignet.
2. Weniger problematisch ist eine Verkleinerung, solange ein gut lesbares und optisch ansprechendes Kartenbild gewährleistet ist. Bei stärkeren Verkleinerungen macht sich die fehlende Generalisierung störend bemerkbar.
3. Grenzen der Verkleinerung aus technischen Gründen sind sowohl durch die Auflösungsbedingungen beim Monitorbild (max. 1024 Pixel pro Zeile) als auch durch die minimale Strichstärke eines Ausdruckes gegeben.

### ***Anzahl der Landcover-Polygone-Disparitäten in der Landschaftsstruktur Österreichs (vgl. Abb. 2)***

Eine weitere Basisinformation über den Datensatz „Landcover Austria“ bezieht sich bereits auf eine etwas kompliziertere Berechnung als jene nach dominanten Flächenanteilen (vgl. Abb. 1). Auch zum Vergleich mit den folgenden Karten wird eine Karte der Vielfältigkeit des Musters der Landnutzung vorgestellt (vgl. Abb. 2). Dabei wird die Anzahl der Polygone pro Rasterzelle ermittelt, bezogen auf die vier Hauptnutzungskategorien (vgl. Legende in Abb. 1). Wie das Kartenbild zeigt, ist die Anzahl der als Polygon erfassten Nutzungsflächen im kleinräumig gegliederten südöstlichen Vorland (Grazer Bucht, West- und Oststeiermark) am höchsten (dunkles Rot), gefolgt vom ländlichen Raum des westlichen Alpenvorlandes und des Mühlviertels. Aber auch im Klagenfurter Becken, im Tiroler Unterland und im Bregenzer Wald sowie vereinzelt in weiteren Regionen des Landes findet sich eine überdurchschnittliche Vielfalt des Landnutzungsmusters. Im Gegensatz dazu sind eher einförmige und räumlich wenig differenzierte Landschaften durch eine geringe Zahl an Polygonen gekennzeichnet: dominante Nutzungskategorien bilden dort zusammentragende Flächen, die im Landcover-Datensatz als weiträumige und zusammenhängende Polygone erfasst werden. Regionen mit dominanter Agrarstruktur (Nordostösterreich) oder Waldbedeckung (Obersteiermark) sind hier zu nennen, vereinzelt auch der Gebirgsraum (alpines Höhenstockwerk).

## 2 Landschaftsmaße (Landscape Metrics): Quantifizierung von Landbedeckungs-Mustern

### 2.1 Ein Überblick

In Abhängigkeit von verfügbaren räumlichen und landnutzungsbezogenen Datensätzen hat sich seit etwa eineinhalb Jahrzehnten, ausgehend von den Vereinigten Staaten (O'NEILL et al. 1988, TURNER & GARDNER 1991, TURNER, GARDNER, O'NEILL 2001), der Forschungsbereich „Landscape Metrics“ entwickelt, eine räumlich-quantitative Forschungsmethode zur Aufklärung von Landcover-Mustern. Mit der Fertigstellung des „Landcover Austria“-Datensatzes eröffnet sich die Möglichkeit, diesen für quantitative Raumanalysen zu nutzen, ein Thema, welches in Österreich bisher nur am ZGIS in Salzburg behandelt wurde (BLASCHKE 2001, LANG, LANDGAKE & KLUG: Internet).

Landscape Metrics-Methoden berechnen Indexwerte für die Polygone ausgewählter Nutzungsklassen, sodass bestimmte Merkmale dieser Polygone (Form und Häufigkeit, Flächenanteile in Relation zu anderen Einheiten, Nachbarschaften und Distanzen usw.) quantitativ ausgedrückt werden. Diese Berechnungen und Indexwerte beziehen sich jeweils auf vorweg gewählte Raumeinheiten (Gemeinden, Rasterzellen in Abhängigkeit von der Fragestellung), und die Karten dieses Beitrages zeigen, wie sich aus der Matrix der Rasterzellen-Werte das neue Bild der regionalen Disparitäten der Landschaftsstruktur ergibt. Die Quantifizierung von Merkmalen der Landnutzungsmuster ermöglicht nachvollziehbare und wiederholbare Aussagen zur Landschaftsstruktur in einem Bereich, der zuvor nur erklärend-beschreibend bzw. über thematische Karten (HAASE 1989) zu fassen war (MANDER 1988, ZUBE 1987). Daher verwundert es nicht, dass Methoden zur Quantifizierung räumlicher (Landschafts-)Strukturen schon früh eingesetzt haben, zumeist zur Erfassung der Vielfältigkeit eines Gebietes hinsichtlich der Erholung (KIEMSTEDT 1975), und für Fragen der Landschaftsbewertung. Landscape Metrics-Indices dienen nicht nur der vergleichenden Bilanzierung von Raumstrukturen, sie lassen sich auch für die Erfassung szenischer Qualitäten (PALMERS 2004) oder für andere umweltbezogene Fragestellungen (FÜRST & KIEMSTEDT 1989, FORMAN 1995, NASSAUER 1995, SYRBE 1995, PENKER & WYTRZENS 2005) einsetzen. Die Analyse von Landscape Indices sind ein neuer Anwendungsbereich für multivariate Methoden (RIITERS 1995), und mit FRAGSTATS haben MCGARIGAL & MARKS 1994 eine Unzahl möglicher Index-Berechnungen vorgestellt. Sinnvoll sind aber nur jene geometrischen Zusammenhänge (Relationen, Indices) in räumlichen Mustern, die bezüglich des zu Grunde liegenden Rechnungsganges auch gut interpretieren können (HERZOG & LAUSCH 1999). Denn die weiterführende Leistung liegt in der Zusammenhangsanalyse zwischen der Verteilung der unterschiedlichen Ausprägungen der Landschaftsmaße und den dafür verantwortlichen Fakten. Auch aus diesem Grunde haben sich EU-weit einige sehr generelle Anwendungsfälle durchgesetzt (EIDEN, EIDEN et al., Internet), deren Wert für biotisch-ökologische oder landschaftsökologische Analysen offenkundig sind. Dazu gehören beispielsweise die folgenden Berechnungen, jeweils bezogen auf vergleichbare Untersuchungseinheiten (Rasterzellen, km<sup>2</sup>):

- Anzahl verschiedener Landcover-Polygone (Vielfältigkeit),
- Anzahl der Polygone einer Landnutzungsklasse (räumliche Struktur),
- Verhältnis von Polygonfläche zu Polygonumfang (Gestalt der Polygone),
- Verhältnis von Polygonumfang zu Untersuchungsraum (differenziertes Strukturmaß),
- Shannon Index – Relation zwischen der Anzahl der Polygone und dem Flächenanteil der betreffenden Klasse (räumliche Verteilung).

Die EU-weiten Anwendungsbeispiele für Landscape Metrics-Indices beziehen sich auf NUTS 2- und NUTS 3-Einheiten und auf den CORINE-Datensatz. Für einen kleineren Einzelstaat wie Österreich erbringt der „Landcover Austria“-Datensatz wegen seiner höheren räumlichen Auflösung bessere Ergebnisse; für eher regionale Fragen aber sind die Daten aus dem Projekt SINUS unübertroffen.

Die in den Landcover-Datensatz und in die Berechnungen von Landnutzungstypen nach Rasterfeldern einführende Abbildung 1 stellt die einfachste Form von Landscape Metrics-Anwendungen dar, eine Flächenbilanzierung nach Landcover-Kategorien. Für die über das Kartenbild vermittelte Aussage von Bedeutung ist eine geschickte Wahl der Klassengrenzen. Rechnerisch anspruchsvoller ist Abbildung 2, in der die Anzahl der Nutzungs-Polygone pro Rasterzelle einen Hinweis auf die räumliche Vielfältigkeit des betreffenden Gebietes gibt.

In der vorliegenden Studie wird zur differenzierten Analyse der Landschaftsstruktur ein spezielles Maß verwendet, der *Randlängen-Index* (edge density), ermittelt aus der Summe des Umfangs (der Randlänge) der Polygone einer ausgewählten Nutzungskategorie. Die *Ränder* der Polygone begrenzen nicht nur das Areal der jeweiligen Nutzungsklasse, sie sind auch Grenz- und Kontaktzone zu den benachbarten Polygonen. Zwei für die Landschaftsanalysen wesentliche Kriterien können über den Aspekt dieser Grenz- und Kontaktzonen sichtbar gemacht werden:

- Die *Nachbarschaft* von bestimmten Nutzungsklassen, sofern diese fragestellungsbezogen von Interesse ist (vgl. Abb. 4 und 5), und
- die Gliederung und *räumliche Struktur* einer bestimmten Nutzungsklasse, die sich über die Summe der Randlängen pro Untersuchungsgebiet (hier: Rasterzellen) manifestiert (vgl. Abb. 6).

Weil die ermittelten Daten sich in beiden Fällen auf Kontaktzonen-Längen beziehen, sind dabei errechnete Indexwerte (Längenangabe pro Zelle) zugleich ein Maß für den Gegensatz von *kompakter versus disperser* Struktur der betreffenden Landnutzungskategorie. Daneben aber stellt der Rand von einer Nutzungskategorie zu einer unmittelbaren anderen Nutzung eben nicht nur eine Grenze dar, sondern eine *Kontaktzone*, ein Gebiet von besonderer ökologischer Bedeutung. Je kleinräumiger eine Nutzungsklasse vorliegt, desto umfangreicher (länger) ist diese Kontaktzone. Als Beispiel wird eine Fläche bestimmter Größe nach unterschiedlichen Konfigurationen und Aufteilungen vorgestellt (vgl. Abb. 3). Hat das geschlossene große Polygon (links) die Randlänge „n“, so steigt die Summe der Randlängen im nächsten Beispiel (Mitte) um den Faktor 3,4, und die am meisten gegliederte Struktur (rechts) hat eine um das 7,4-fache längere Kontaktzone zur Umgebung als das geschlossene Areal.



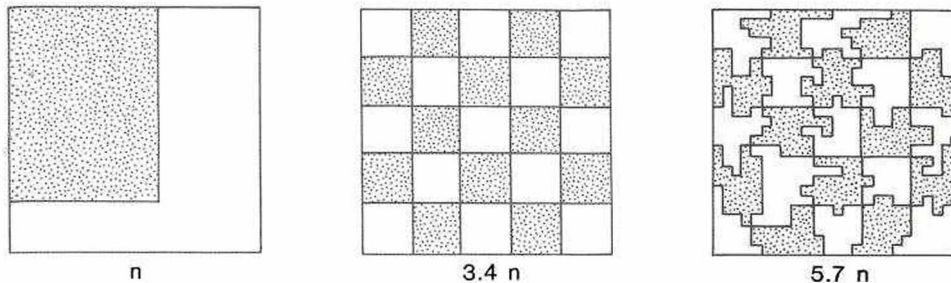


Abb. 3: Zusammenhang zwischen der Randlänge von Polygonen (edge density) und räumlicher Konfiguration; gleiche Fläche – unterschiedliche Randlängen- (Umfang-)Werte

## 2.2 Zur Interpretation und zum Nutzen von Landscape Metrics

### *Von den Werten der Rasterkarte zur virtuellen Wahrnehmung: Das Landschaftsbild im Kopf*

Wer eine normale Landkarte als Informationsquelle betrachtet, und das tun wohl die meisten Kartenbenutzer, der muss in der Lage sein, die dort vorhandenen Kartenzeichen und weitere Karteninhalte nicht nur zu verstehen, sondern auch in ein eigenes Vorstellungsbild von der kartenzeichenmäßig codierten Landschaft zu transponieren. Aus den abstrakten Kartenzeichen entsteht so (vor dem „inneren Auge“) ein virtuelles Bild des in der Karte erfassten Raumes. So genannte Eidetiker, Personen mit besonders gutem bildhaftem Erinnerungsvermögen tun sich dabei besonders leicht, für andere werden heutzutage mittels eigener Softwareprogramme virtuelle Landschaften generiert und präsentiert.

Wesentlich erscheint bei der Erzeugung von bildhaften Vorstellungen die Fähigkeit, aus bestimmten Informationen (z.B. aus dem zweidimensionalen Karteninhalt) aufgrund von Fähigkeiten (Kartenlesen) und *Erfahrungswissen* einen prognostischen Schluss zu ziehen: sich ein (virtuelles) Bild zu machen, eine Vorstellung zu haben vom zugehörigen Landschaftsbild. Diese Fähigkeit zur Produktion von Bildern im Kopf wird auch bei der Interpretation von Landschaftsmaße-Karten (so bei den drei thematischen Österreich-Karten in Kap. 3) eingefordert, wenn das jeweilige Grenzlinien/Randlängen-Thema mehr sein soll als bloße Präsentation errechneter Datenwerte. Anhand persönlich bekannter Landesteile kann man den Karteninhalt mit eigenen Vorstellungsbildern (Erfahrungswissen) verknüpfen. Von dort ist der Weg offen, um sich, von der Karteninformation ausgehend, neues Wissen anzueignen. Die Fähigkeit der prognostischen Verwendung – z.B. der vorliegenden Karten – fordert unter anderem J.F. PALMER (2004) in einem Artikel, der dies explizit im Titel anspricht: *Using spatial metrics to predict scenic perception*.

### *Von der Dimension des Messens zur gesellschaftlichen Dimension des Bewertens*

Bei den unterschiedlichen Index-Bildungen und bei sonstigen Landschaftsmaß-Methoden geht es immer um die Berechnung von Messwerten, jeweils bezogen auf eine von vielen gleich großen Testflächen (Rasterzellen). Der berechnete Wert wird aufgrund der jeweils gleich großen Rasterzellen vergleichbar, die raumbezogene Zelle erhält ihren Stellenwert zwischen jenen der extremen (Minimum, Maximum) Werte. Räumlich betrachtet, ergeben die unterschiedlichen Indexwerte verschiedene Muster im Feld der Matrix der Rasterzellen. Sowohl nach quantitativen Zusammenhangsberechnungen mit anderen Merkmalen pro Rasterzelle (Korrelation, Regression) als auch nach der visuell-interpretativen (qualitativen) Übereinstimmung, z.B. mit der Reliefverteilung kann dieses Muster der Indexwerte beschrieben und erklärt werden. Zugleich aber steht hinter der Landscape-Metrics-Anwendung eine *Bewertungsfrage*: Was ein hoher und was ein niedriger Indexwert zu bedeuten hat, steht zumindest hypothetisch vor dem Beginn der Indexberechnungen fest, sofern man problemorientiert vorgeht. Offen dagegen ist zunächst das räumliche Muster der Verteilung der Indexwerte, wenn auch bezüglich der Verteilung unterschiedlicher Werte im Raum ebenso bestimmte Vorstellungen bestehen wie bei der Beurteilung der Indexwerte.

Hinsichtlich solcher Beurteilungen und Bewertungen unterscheidet z.B. O. BASTIAN (1997) zwischen einer *Sachdimension* (hier: Umfang von Grenzlinien-Längen pro Rasterzelle) und einer *Wertdimension*, die erstere in „gesellschaftlich fassbare Größen“ übersetzt, aus der „politische Entscheidungen und konkrete Zielsetzungen abgeleitet werden können“. Im vorliegenden Beitrag werden diese Wertungen im Zusammenhang mit den drei Kartenbeispielen zu Berechnungen der Landschaftsstruktur angesprochen. Erst die praktische Anwendung beispielsweise in der Beurteilung von Landnutzungsstrukturen, bezogen auf konkrete Problemstellungen, macht die Berechnung von Landschaftsmaßen sinnvoll.

## **3 Randlängen (edge density)-Berechnungen: drei Beispiele aus dem „Landcover Austria“-Datensatz**

### **3.1 Die Waldrand-Längen, klassisches Merkmal landschaftlicher Vielfalt**

Seit den 1960er-Jahren gibt es zahlreiche Ansätze, um den Erholungswert einer Landschaft und ihren Anreiz für Besucher quantitativ zu fassen. Dabei wird versucht, jene Merkmale der (Kultur-)Landschaft bzw. des visuell wahrnehmbaren Landschaftsbildes, die als Indikator für die Landschaftsstruktur gelten können, zu fassen und quantifizierbar zu machen. Eine gute Zusammenstellung wichtiger Bewertungsverfahren bietet jüngst BENDER (2005). Weite Verbreitung haben im Kontext der Messung der landschaftlichen Vielfalt die Arbeiten von H. KIEMSTEDT (1975) erfahren.

Abgesichert durch zahlreiche Befragungen werden dabei Gebiete mit einer hohen Vielfalt an Landschaftselementen bzw. Landnutzungen sehr positiv bewertet. Diese Bewertung bezieht sich auf die Freiraum-Nutzung zu Freizeit- und Erholungszwecken. Eine besondere Präferenz hinsichtlich ihres Standortes in der Natur zeigen die Besucher für Kontaktzonen bzw. Grenzsäume, für den Aufenthalt an Gewässern und am Waldesrand. In diesem Sinne liegt es nahe, Gewässerlinien bzw. Ufersäume und Waldränder nach Rasterfeldern zu erfassen, KIEMSTEDT hat daraus (und aus anderen Merkmalen) einen „Vielfältigkeitswert“ der Landschaft errechnet. Bei allem Wissen um die Randbedingungen von Landschaftsbewertungen (unterschiedliche Einstellungen, Motivationen, Erwartungshaltungen usw.) kommt der landschaftlichen Vielfalt (abwechslungsreich, Folge von Szenen, kleinräumige Nutzungsmuster usw.) stets ein besonderer Stellenwert zu.

Bei der Ermittlung der Waldrandlängen nach Rasterfeldern für ganz Österreich geht es weniger um die landschaftliche Vielfalt als Indikator etwa für Landschaftsqualitäten im Sommertourismus (das wohl auch), als vielmehr um die Frage nach den räumlichen Unterschieden der Art der Waldbedeckung. Über den Flächenanteil des Waldes in Österreich weiß man auf der Ebene unterschiedlicher administrativer Einheiten gut Bescheid, ist doch die Waldfläche eine der Basiskategorien (Benutzerarten) des Katasters. Unbekannt ist dagegen das Muster der Waldflächen. Der Unterschied zwischen weithin bewaldeten Mittelgebirgslandschaften und dem kleinräumigen Wechsel von Waldflächen und anderen Nutzungen in Vorland-Hügellandschaften ist generelles Erfahrungswissen. Ein nach einer einheitlichen Methode ermitteltes Muster der räumlichen Struktur des Waldes wird aber erst durch die Daten von „Landcover Austria“ möglich. Die Waldrandlänge pro Rasterzelle ist dabei ein gutes Maß, nur Räume mit einer Vielzahl kleiner Waldflächen und damit Gebiete mit einem bunten Wechsel von Wald und agrarischer Nutzung festzustellen (vgl. Abb. 4). Ein Blick auf die Legende in Abbildung 4 zeigt, dass die Summe der Waldrandlängen pro Rasterzelle bis zu mehr als 150 km betragen kann. Die Rasterzelle umfasst eine Fläche von etwa 34,5km<sup>2</sup>, einprägsamer ist die Waldrandlänge pro km<sup>2</sup>:

Pro Rasterzellen (34,5 km <sup>2</sup> )	pro 1 km <sup>2</sup>
3 km	~ 90 m
40 km	~ 1.100 m
70 km	~ 2.000 m
110 km	~ 3.200 m
150 km	~ 4.400 m

Tab. 1: Waldrandlängen; Umrechnung der Werte von Rasterzellen zu den Werten für 1 km<sup>2</sup>

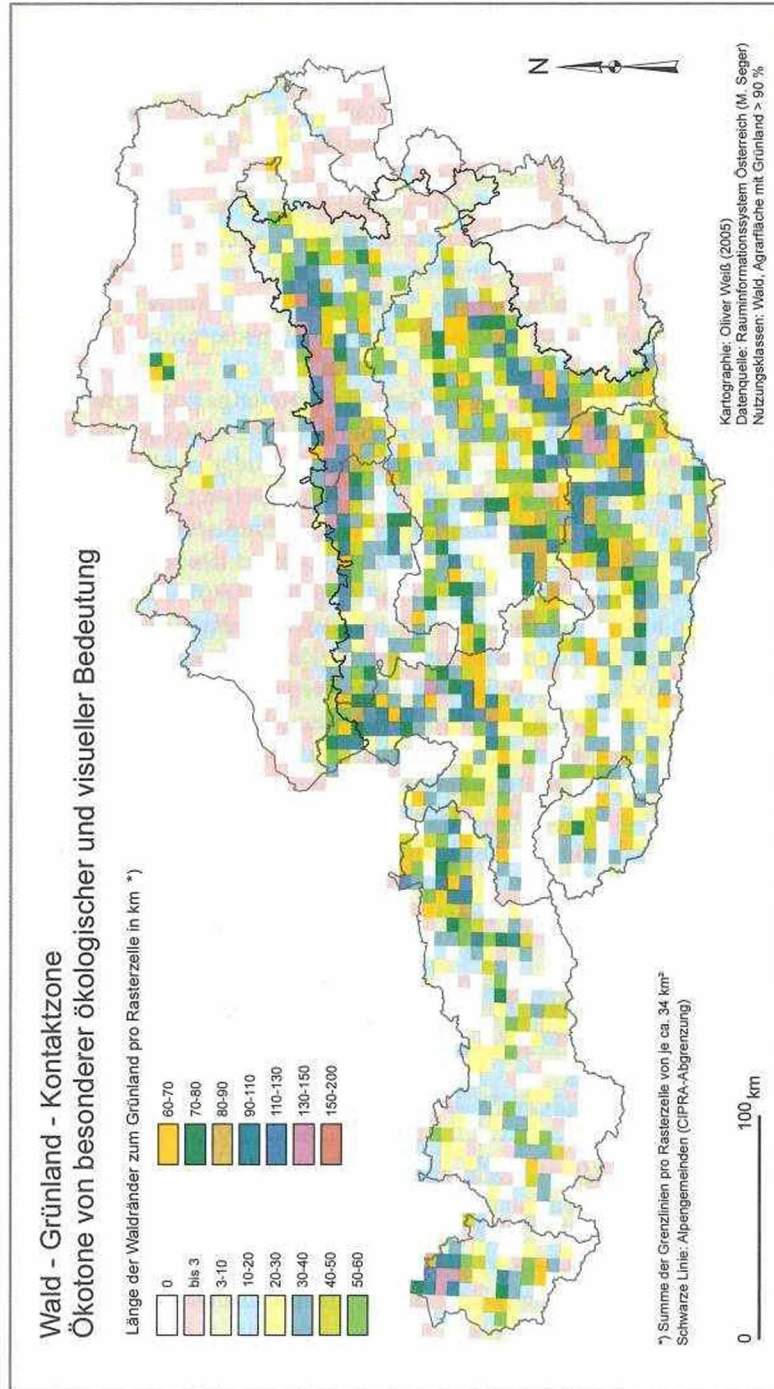


Abb. 4: Wandrand-Längen, klassisches Merkmal landschaftlicher Vielfalt

***Interpretation des Kartenbildes „Waldrand-Längen“ – Spiegel der Reliefformen und der landwirtschaftlichen Nutzung***

Die Erläuterung von Abbildung 4 konzentriert sich auf Gebiete mit einem hohen Waldrand-Index, d.h. mit mehr als 100 km Randlänge pro Rasterzelle bzw. mehr als 3.000 m Waldrandlänge pro km<sup>2</sup>, in der Karte also auf die Farben von Dunkelgrün über Dunkelblau und Violett zu Dunkelrot. In den diesbezüglichen Rasterzellen liegen Waldflächen mit stark gegliederter Randzone oder mit einer Vielzahl von Waldflächen, oder beides. In allen Fällen resultiert daraus eine große Länge von Waldrändern, gemessen an der Fläche der Untersuchungseinheiten (Rasterzellen) und im gesamtstaatlichen Vergleich. Phänotypisch, d.h. nach dem äußeren Erscheinungsbild, entsprechen diese Werte einer reich gegliederten und zu etwa ein Drittel bis zur Hälfte mit Waldstücken besetzten Gegend. Eine auffällige Häufung langer Waldrandbereiche (vgl. Abb. 4) ist leicht zu benennen: Der Bregenzer Wald und das Tiroler Unterland, die Umgebung von Zell am See und daneben so gegensätzliche Regionen wie das Mühlviertel und das südöstliche Vorland.

Der Schlüssel für die kleinteilige Waldflächen-Struktur, für die die Waldrandlängen ein Indikator sind, liegt im Zusammenspiel zweier das Landschaftsbild prägender Faktoren: der *Reliefformen* und der *agrarischen Nutzung*. Das „Zusammenspiel“ ist offenkundig; wo das Gelände eine Acker- bzw. Grünlandnutzung zulässt, sind solche landwirtschaftlichen Flächen auch (noch) vorhanden. Erst bei zu steilem Gelände dominiert der Wald. Je häufiger dieser Wechsel zwischen Gunst- und Ungunstlagen auftritt, desto öfter auch findet man isolierte Forstflächen und Waldschöpfe. Eine Nachschau in den zugehörigen Blättern der ÖK 50 zeigt ferner, dass die Lage von Waldstücken in den oben angegebenen Regionen durchaus sehr unterschiedlich ist. Dazu einige Beispiele von Gebieten mit großer landschaftlicher Vielfalt, zugleich Regionen mit kleinteiligem Wald-Agrarflächen-Wechsel (Waldrandlängen 2,5 bis über 4 km pro km<sup>2</sup>). Zugehörig zu diesen Regionen werden Reliefmerkmale, die für einen kleinräumigen und häufigen Wechsel von Agrar- und Waldflächen verantwortlich sind, sowie sonstige Fakten, die ein solches Landnutzungsmuster fördern, angeführt:

1. *Südöstliches Vorland, Hügelland der Grazer Bucht in der West- und Oststeiermark*  
Starke Zertalung des Gebietes zwischen Hartberg, Radkersburg und dem Leibnitzer Feld, weiche zumeist tertiäre Sedimente, zum Teil steile Flanken kleiner Täler (Grabenland): ungezählte kleinere Waldflächen in Steillage, Landwirtschaft auf Gunstflächen. In der Weststeiermark ähnliche Verhältnisse, Forste auch auf kargen Böden.
2. *Steirische Randgebirge, Gebirgsfuß-Zone*  
Verzahnung von Rumpftreppen-Grundgebirge und tertiären Sedimenten führt zu kleinräumigen Gunstflächen für die Landwirtschaft in unterschiedlichen Höhenlagen. Daher entsprechendes Landnutzungs-Muster südöstlich der Linie Packsattel-Becken von Vorau. Oberhalb davon: Waldland-Dominanz.

3. *Bucklige Welt, südöstliches Niederösterreich*  
Vergleichsweise flache Mittelgebirgs-Höhen (800-900 m), klimatisch noch ackerfähig, stehen tief eingesenkten Gräben gegenüber, die zur Pitten bzw. zur Rabnitz entwässern. Auch die Expositionsunterschiede tragen zur Landnutzungsvielfalt bei.
4. *Nördlicher Alpenrand zwischen den Flüssen Tulln und Krems (NÖ)*  
Flyschzone, sanfte Höhenzüge in west-östlichem Streichen, zwischen Kalkvoralpen und Alpenvorland gelegen. Landwirtschaftlich bis in größere Höhen bewirtschaftbar, auffälliger Gegensatz zwischen Südseiten und bewaldeten Nordhängen.
5. *Mühlviertel, Westteil des Granithochlandes, inklusive der Gegend westlich von Zwettl (NÖ)*  
Im westlichen Teil des Mühlviertels geringere „Waldrand-Werte“ als im östlichen Teil. Dort Waldflächen sowohl in tief eingesenkten Tälern (Aist, Naarn) wie auch auf den Höhen an der Landesgrenze (Gebiet Weinsberger Wald). Dazwischen vielfältige Relief- und Nutzungsstruktur des Raumes östlich von Freistadt. Rodungsiseln im Waldland, Waldparzellen im Bereich der Hufen- und Geländeformen tragen zu dieser Struktur bei.
6. *Tiroler Unterland und mittlerer Pinzgau (Salzburg)*  
Gebiet der Grauwackenzone. „Grasberge“ um Dienten – Maria Alm, und Kitzbüheler Schiregion zwischen Hochfilzen und dem Inntal. Streusiedlungsgebiet mit sonnenseitigen Gunstlagen bis in größere Höhen.
7. *Bregenzer Wald und Walgau*  
Verknüpfung der talständigen agrarischen Landnutzung mit dem Staffel-System der alemannischen Alpwirtschaft (Vorsäbe, Maiensäbe), Zurückdrängen des Waldes auf Ungunstlagen für das Dauergrünland, Verzahnung von Waldstücken und Grenzlandflächen durch alle Höhenstufen.

### 3.2 Von besonderer ökologischer Bedeutung: Wald-Grünland-Ökotone

Nach der Karte der Waldrandlängen als Indikator für die Vielfalt des Landschaftsbildes wird auf einem Spezialfall dieses Merkmales eingegangen, auf den Umfang der *Kontaktzone zwischen Wald- und Grünlandflächen* (vgl. Abb. 5). Die Grenzbereiche zwischen Ökosystem-Typen (wie Wald und Wiese) werden als Ökotone bezeichnet. Damit wird auf den Grenzsäum als Übergangsbereich zwischen (im vorliegendem Fall) Wald und Grünland hingewiesen, und auf die besondere ökologische Situation dieses spezifischen Randbereiches.

Im neuen Lexikon der Geographie (Spektrum Verlag, Heidelberg) werden Ökotone treffend bezeichnet als (1) besonders artenreiche Biozönosen, weil sie vielfach Schnittmengen der angrenzenden Biotoptypen sind (Grenzlinien-Effekt), (2) als Korridore, entlang deren Elemente von Fauna und Flora sich auszubreiten vermögen, und (3) als „Trittsteine“, lokale Flächen, die mit analogen Flächen in gewisser Nachbarschaft zusammen ein Biotopverbundsystem bilden. Dazu muss man (4) die Durchlässigkeit der Grenzsäume erwähnen, was bedeutet, dass Tiere ungehindert durch diesen Grenzsäum

zwischen einer Nutzungsfläche (z.B. Wald) in eine andere (z.B. Äsungsfläche, Grünland) hin- und herwechseln können. Im Landcover-Datensatz sind Ökotope maßstabsbedingt als Linien dargestellt, sie sind in der Natur je nach benachbarten Nutzungskategorien Übergangsbereiche verschiedener Breite (Beispiel: Beschattungseffekt zwischen Hochwald und benachbarter Agrarfläche).

Aufgrund des größeren Lichtgenusses kann sich an Waldrändern ein mehrstufiger, dichter Gehölzsaum entwickeln, der zugleich Habitat für zahlreiche Vogelarten ist. Von diesem spezifischen Waldrand aus liegt für viele Vertreter der Vogelwelt der Nahrungsraum, Wiese und „Offenland“ quasi vor der Haustür. Auch für eine große Zahl anderer wildlebender Tiere ist der Dualismus des Lebensraumes von Rückzugshabitat und Ernährungs-Habitat von existenzieller Bedeutung, so etwa für das Schalenwild, und damit kommt den Wald-Wiesen-Ökotonen neben ihrem ökologischen auch ein jagdlicher Aspekt zu.

Die hier vorgestellte Wald-Grünland-Kontaktzone bezieht sich auf jene Grenzlinie von Wald und Dauersiedlungsraum, bei dem letzterer durch Dauergrünland gekennzeichnet ist; die obere Waldgrenze hin zu den alpinen Rasen ist nicht berücksichtigt. Wald und Grünland, Waldesränder und blühende Wiesen, sind zugleich Inbegriff und Klischee der Vorstellung von sommerlicher Erholungslandschaft, soweit es dabei um die zugehörige Landnutzung geht. Speziell nach dem Rückgang des Grünlandes in den Vorländern, zu Gunsten des Ackerbaues, ist der Wald-Wiesen-Komplex ein Synonym für alpenländische Kulturlandschaft. Was dabei die spezifischen Waldrandlängen anlangt, gilt neben den Ausführungen zu Abbildung 4, dass mit der Grenzsaum-Länge pro Rasterzelle nicht nur die Abwechslung des Landschaftsbildes zunimmt, sondern auch das biotische Potenzial – die Zahl ökologischer Nischen, der Tierpopulationen und gegebenenfalls der Biodiversität.

Wendet man sich der Abbildung 5 zu, dann erkennt man Gebiete mit einem besonders umfangreichen Wald-Grünland-Saum in den folgenden Landschaften Österreichs:

1. Nördlicher Alpenrand, von der Gegend um Neulengbach westwärts bis in den Raum Grünburg-Scharnstein in Oberösterreich. Vielfacher Wald-Grünland-Wechsel, häufig mehr als 4 km Waldrandlänge pro km<sup>2</sup> (vgl. auch den Kommentar zu Abb. 4).
2. Obere Siedlungszone im Südostbereich der steirischen Randgebirge, in welcher aufgrund der Hang- und Höhenlagen die Grünlandnutzung dominiert. Diese Region reicht von der Gegend um Pöllau südwestwärts über den Raum Voitsberg bis in die bewirtschafteten Hochlagen des Lavanttales in Kärnten.
3. Hinterland von Bregenz, nördlicher Bregenzer Wald mit Landformen sanfter Rücken; vgl. dazu Abbildung 4 und die Ausführungen dazu.
4. Weitere Gebiete mit einer überdurchschnittlichen Wald-Grünland-Kontaktzone zeigt Abbildung 2 im südöstlichen Hinterland von Salzburg (Tennengau, Abfall der Osterhorngruppe zum Salzachtal), im Grauwackenbereich des Pongau (Dreieck Werfen – Radstadt – Goldegg) und im Unterinntal (Alpbach – Wildschönau – Brixental). Eine Reihe anderer Lokalitäten kann aufgrund des Kartenbildes noch erkannt und benannt werden, nur eine davon sei hier erwähnt: Im nördlichen Niederösterreich

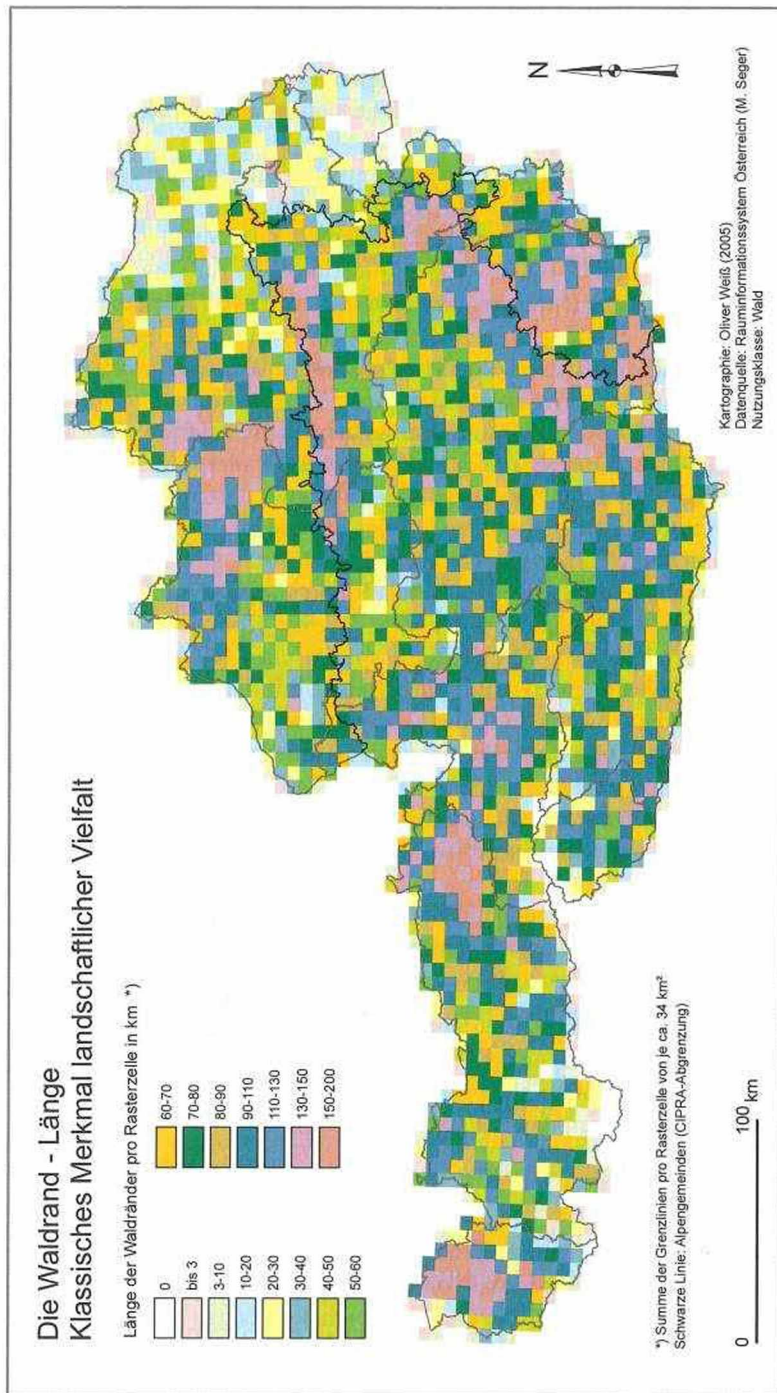


Abb. 5: Die Wald-Grünland-Kontaktzone: Ökotope von besonderer ökologischer und visueller Bedeutung



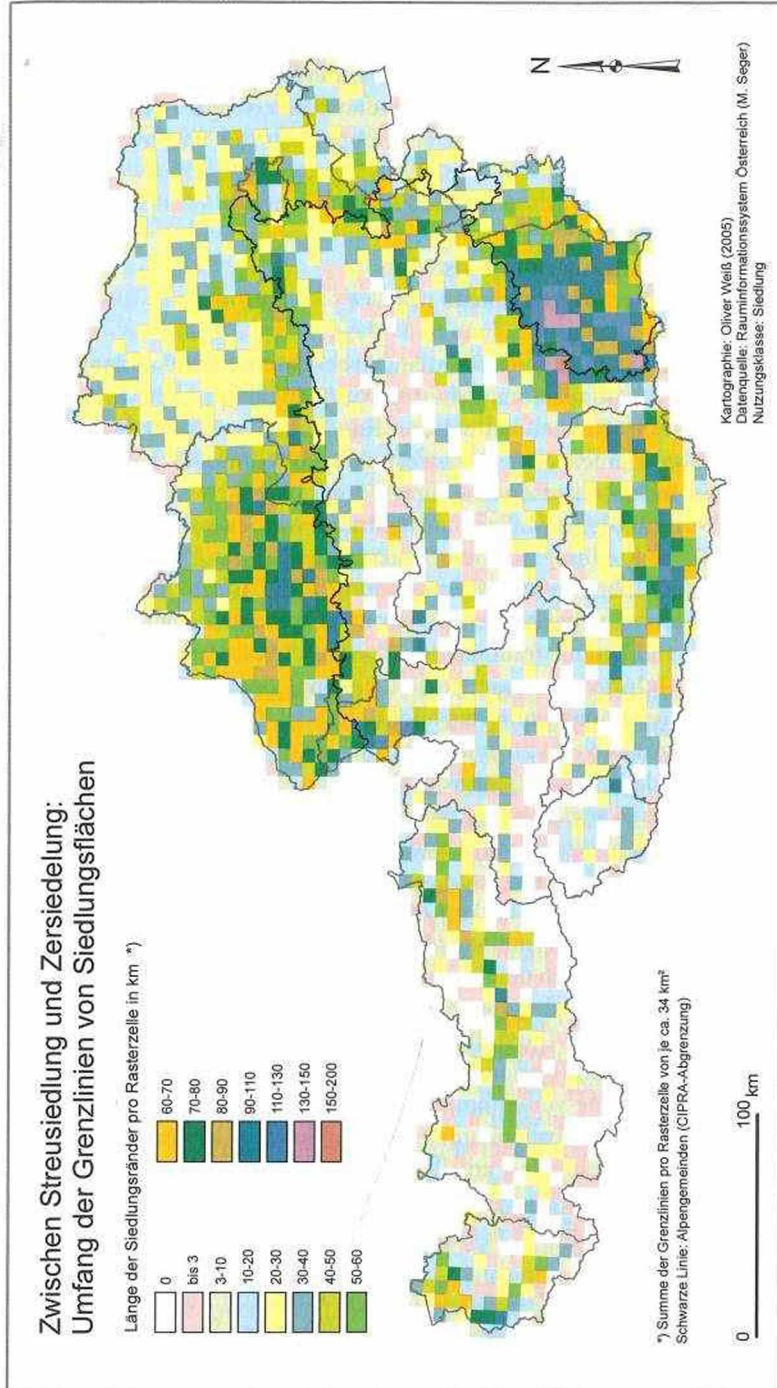


Abb. 6: Grenzlinien von Siedlungsflächen als Maß der Zerstreuung von Bauland

ist über das gegenständliche Merkmal der Wald-Grünland-Ökotope der Truppenübungsplatz Döllersheim auszumachen, ein hervorragendes Jagdrevier. Der mit den Wald-Grünland-Grenzlinien gewählte Randlängen-Index wird in der Landscape Metrics-Literatur (ebenso wie die anderen hier vorgestellten Indices) als *Interspersion- and Juxtaposition-Index* bezeichnet, der die Strukturvielfalt in einem Raum wider gibt.

### 3.3 Der Umfang von Siedlungsrändern als Maß der raumbezogenen Siedlungsstruktur

Ein letztes Beispiel der Berechnung von Randlängen bestimmter Landnutzungskategorien bezieht sich auf den Siedlungsraum. Ermittelt wird der Umfang aller Siedlungsflächen pro Rasterzelle. Hohe Summenwerte dieser Randzonen werden dort erwartet, wo sich eine Vielzahl von kleinen oder stark zerteilten Siedlungsflächen befindet. Größere bebaute Flächen und geschlossene Siedlungsformen dagegen weisen geringere Randzonenwerte auf. Was mit dieser Maßzahl ausgedrückt werden kann, ist daher das Ausmaß der kleinräumigen Siedlungsflächen-Struktur, der Umfang von Siedlungsplittern und Streusiedlungselementen im Gesamtbild des Baulandes. Eine Maßzahl, die Gebiete starker Zersiedelung ebenso identifizieren kann wie die generellen Unterschiede zwischen Gunst- und Ungunsträumen der Besiedelung. Letzteres soll heißen, dass in Rasterfeldern mit Gebirgsterrain, im partiell siedlungsleeren Alpenraum also, auch bei dispersen Siedlungsflächen nur vergleichsweise (d.h. im Vergleich zu den Vorländern) geringe Randzonenwerte zu erwarten sind.

An dieser Stelle und vor der Interpretation von Abbildung 6 (zwischen Streusiedlung und Zersiedelung) erscheint es angebracht, eine Erläuterung zu den Primärdaten und zur Erfassung von Siedlungspolygonen im „Landcover Austria“-Datensatz zu geben. Als Siedlungsflächen, um deren Umfang es in Abbildung 6 geht, wurde das Bauland bis zu einer Größe von etwa 2x3 mm (in der ÖK 50) erfasst, also bis zu Siedlungsplittern von etwa 100x150 m (1,5 ha Bauland als Mindestgröße der kartographischen Darstellbarkeit). Isolierte Wohnbauten unter dieser Fläche sind im verwendeten Datensatz nicht enthalten. Nach Generalisierungsregeln, die sich im Wesentlichen an eine Kombination von kartographischer Darstellungsmöglichkeit und einer guten visuellen Erfassbarkeit (im M 1:100.000) orientiert, wurden zudem Vereinfachungen der Hüll-Linie der Siedlungspolygone vorgenommen, im Vergleich zur Kartengrundlage dieser Daten ÖK 50. Die Karten selbst stammen zumeist aus den 1990er-Jahren. Nur bei größeren neuen Siedlungselementen am Rand von Siedlungspolygonen wirken sich jüngere Veränderungen der Siedlungsfläche auf die Maßzahl der „Randlängen“ aus, bezogen auf die Erhebungseinheit der Rasterfelder sind jüngste Siedlungsentwicklungen zu vernachlässigen.

Bei der Interpretation der Karte „Umfang der Grenzlinien von Siedlungsflächen“ (vgl. Abb. 6) ist zu berücksichtigen, dass hier nicht eine Karte der Siedlungsintensität vorliegt, sondern eine Maßzahl für das Ausmaß der Kleinteiligkeit der Siedlungsflächen und von deren Häufigkeit. Es handelt sich, unscharf formuliert, um einen „Zersiede-

lungsindex“, der den Grenzsäum des Baulandes gegen das Umland in Metern angibt. Ein Blick auf die Karte zeigt, dass extreme Siedlungsrand-Längen (Dunkelgrün, Blau und Violett; mit Randlängen von 2,5 km – 3,5 km pro km<sup>2</sup>) relativ selten vorkommen, während grün-oranger Farbtöne (von etwa 1 km bis 2 km Siedlungsrand-Länge pro km<sup>2</sup>) häufiger auftreten. Noch kürzere Werte zeigen die Farben Gelb, Hellblau, Blassgrün und Rosa, sie entsprechen etwa 700/450/200 und 90 m Siedlungsrand pro km<sup>2</sup>.

Die Interpretation der Karte des Staatsgebietes (vgl. Abb. 3) hinsichtlich der Werte eines „Zersiedelungsindex“ führt zu den folgenden Beobachtungen:

1. Der auffällige Gegensatz zwischen dem Berggebiet und den Vorländern erklärt sich quasi von selbst, das Berggebiet ist nach der Katasterfläche vergleichsweise dünn besiedelt. Interessant aber ist die Sonderstellung des Kärntner Beckens. Nirgendwo anders im Berggebiet kommt es auch nur annähernd zu so großen „Zersiedelungswerten“ wie hier. Der Raum Klagenfurt–Villach ist diesbezüglich zu erkennen, das Lavanttal, und isoliert der Raum Spittal/Drau. Die Mur-Mürz-Furche fällt daneben auf, das Inntal und einige besonders siedlungsintensive Gebiete: das Gebiet um Hall in Tirol, das Salzkammergut.
2. Im Bereich der Vorländer (nördliches Alpenvorland, Flachland im Nordosten, südöstliches Vorland) sind die folgenden Auffälligkeiten hinsichtlich des Merkmals „Zersiedelungsindex“ zu beobachten:
  - a) Ein Gegensatz zwischen dem südöstlichen Vorland und allen übrigen außeralpinen Gebieten. Hohe Randlängen-Werte also im Hügelland der Ost- und Weststeiermark, höchste Werte im engeren Umland von Graz. Zwei sich überlagernde Aspekte führen zu diesen Fakten. Zunächst fallen in der Region die ungezählten kleinen Ortschaften, Weiler, Gehöftgruppen und Einzelhöfe als siedlungshistorisches Erbe auf, wie auch die Industrialisierung und die zugehörige Siedlungsentwicklung im weiteren Umfeld um Graz. Diese Entwicklung wird vom Trend zum großstadtnahen Einfamilienhaus überlagert. Die zugehörige Bautätigkeit lehnt sich vielfach an bestehende Einzelobjekte an, wodurch es zu einer Unzahl von nun flächenmäßig erfassbaren Siedlungseinheiten kommt.
  - b) Besonders auffällig ist in Abbildung 6 der Gegensatz zwischen dem oberösterreichischen Alpenvorland und Niederösterreich nördlich der Donau. Wieder sind es zwei unterschiedliche Aspekte, die, sich überlagernd, zu den im Kartenbild ersichtlichen Farbunterschieden bzw. Randlängen-Unterschieden führen. Der erste Aspekt ist wieder siedlungshistorisch, Oberösterreich ist Altsiedelland mit weiten Streusiedlungsgebieten, Niederösterreich ist jünger besiedelt und das Land der Sammelsiedlungen (Straßendörfer etc.). Der zweite Faktor bezieht sich auf die jüngere Siedlungsentwicklung, und es soll nur der Unterschied zwischen dem Mühlviertel und dem Waldviertel angesprochen werden: das Mühlviertel ist Pendlerumland, eine einzige Einzelhaus-Peripherie von Linz etwa bis zur Linie Rohrbach-Freistadt. Das Waldviertel dagegen hat diese positive Siedlungsentwicklung nicht mitgemacht, und auch die Zweithaus-Welle in diesem weiteren Wiener Umfeld ändert nichts am aufgezeigten Unterschied der Regionen.

c) Daneben gilt es, nach den Ballungsräumen der Bundesländer im Kartenbild zu suchen, scheinen doch diese Gebiete, von der Stadt-Rand-Wanderung und vom Zuzug aus der Peripherie geprägt, geradezu prädestiniert, um aufgrund eines „Zersiedelungsindex“ aufzufallen. In Oberösterreich tritt diesbezüglich der Raum südwestlich von Linz hervor (speziell Wels und Umgebung), in der Steiermark das Grazer Umland, in Kärnten das Gebiet um Villach und Klagenfurt. Warum aber kommt Ähnliches nicht in der Umgebung von Wien zum Ausdruck? Die Antwort fällt nicht schwer: sowohl die Stadtrand-Gebiete von Wien als auch die Bandstadt entlang der Südbahn sind mittlerweile eher kompakte Siedlungsflächen mit vergleichsweise geringen Randlängen. Zudem ist die weitere Zersiedelung in den Wienerwaldgemeinden aufgrund einer stringenten Raumordnung seit Jahren nicht mehr möglich. Gleiches gilt für die Weinbauregion und für die Ebene des Wiener Beckens, und die Flächen schonenden baulichen Entwicklungen zeigen hier (d.h. im Bereich der Agglomeration Wien) beispielhaft den Effekt der Raumordnung, nämlich nur geringe Werte eines „Zersiedelungsindex“.

Die Beschreibung von Landnutzungsmustern und der Landschaftsstruktur waren bislang weitgehend an Texte und Flächenbilanzierungen angewiesen. Mit der Berechnung von Landschaftsmaßen werden nachvollziehbare und quantitative Strukturdaten ermittelt. Inwiefern diese für diverse praktische Arbeiten sinnvoll sind, wird sich herausstellen.

Weiterführende Arbeiten jedenfalls versprechen interessante Ergebnisse zur Raumstruktur-Forschung.

Dazu zählen auch Analysen, die sich mit dem Matrix-Patch-Verhältnis nach FORMAN & GODRON befassen, einer Landschaftstheorie, die stark von den Landcover-Verhältnissen in Nordamerika abgeleitet sind. Dabei ist z.B. der Shannon Diversity Index anzuwenden, der die Gleich- bzw. Ungleichverteilung von Nutzungsklassen über Maßzahlen beschreibt (vgl. Abb. 7).

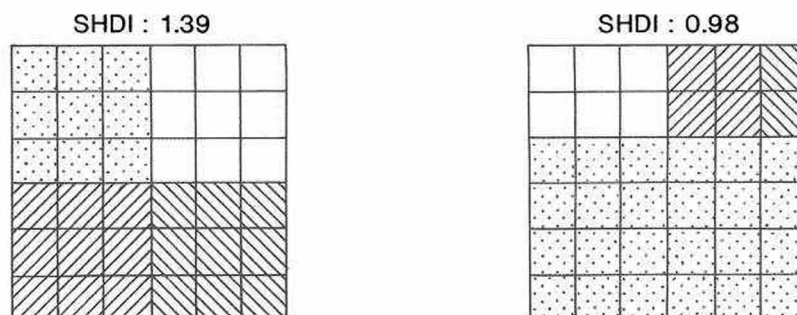


Abb. 7: Gleichmäßige und ungleichmäßige Verteilung von Landcover-Klassen, Shannon Diversity Index (SHDI). Nach EIDEN et al. (2005)

#### 4 Literaturverzeichnis

- BASTIAN O. (1997), Gedanken zur Bewertung von Landschaftsfunktionen – unter besonderer Berücksichtigung der Habitatsfunktion. In: NNA-Berichte, 10 (Akademie für Naturschutz Niedersachsen), S. 106-125.
- BENDER O. (2005), Analyse der Kulturlandschaftsentwicklung im ländlichen Raum Mitteleuropas anhand eines Kataster-basierten Geoinformationssystems (Habilitationsschrift). Innsbruck.
- BLASCHKE T. (2000), Landscape Metrics: Konzepte eines jungen Ansatzes der Landschaftsökologie im Naturschutz. In: Archiv f. Naturschutz u. Landschaftsforschung, 9, S. 267-299.
- BRUNOTTE E. et al. (2002), Lexikon der Geographie, Bd. 3 (Ökoton). Heidelberg – Berlin, Spektrum Verlag.
- CORINE LANDCOVER – <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape> (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- EIDEN Gerd et al., From Landcover to Landscape Diversity – <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape> (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- EIDEN Gerd et al., Capturing landscape structures: Tools – <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape/ch1.htm> (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- EUROPEAN COMMISSION / AGRICULTURE, From Land Cover to Landscape Diversity in the European Union – <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape/index.htm> (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- FORMAN R.T.T., GODRON M. (1986), Landscape Ecology. New York, Wilney.
- FORMAN R.T.T. (1995), Some general principles of landscape and regional ecology. In: Landscape Ecology, 10, S. 133-142.
- FÜRST D., KIEMSTEDT H. et al. (1989), Umweltqualitätsziele für die ökologische Planung (= Forschungsbericht). Hannover.
- HAASE G. (1989), Medium scale landscape classification in the German Democratic Republic. In: Landscape Ecology, 3, S. 29-41.
- HERZOG F., LAUSCH A. (1999), Prospects and limitations of the application of landscape metrics for landscape monitoring. In: MAUDSLEY M., MARSHALL J. (Hrsg.) (1999), Heterogeneity in Landscape Ecology: Pattern and Scale, S. 41-50.
- KIEMSTEDT H. (1975), Landschaftsbewertung für die Erholung im Sauerland. Entwicklung eines komplexen Bewertungsmodells zur Auswahl geeigneter Räume für die Erholung. Teil I – Textband, Teil II – Kartenband.
- LANG S., LANDGAKE T., KLUG H., Landscape Metrics – Der nordamerikanische Ansatz der quantitativen Landscape Ecology. ZGIS White Paper – <http://www.geo.sbg.ac.at/larg/LSM.pdf> (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- MANDER Ü. et al. (1988), Network of compensative areas as ecological infrastructure of territories. In: SCHREIBER K.F. (Hrsg.) (1988), Connectivity in Landscape Ecology, S. 35-38.
- MCGARIGAL K., MARKS B. (1994), Fragstats-Spatial Pattern Analysis for Quantifying Landscape Structure. Corvallis, Oregon State Univ.
- NASSAUER J.I. (1995), Culture and a changing landscape structure. In: Landscape Ecology, 10, S. 229-237.
- O'NEILL et al. (1988), Indices of landscape pattern. In: Landscape Ecology, 1, S. 153-162.
- PALMERS J.F. (2004), Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing „landscape“. Dennis, Massachusetts. In: Landscape and Urban Planning, 69, S. 201-218.

- PENKER M., WYTRZENS K.H. (2005), Scenarios for the Austrian food chain in 2020 and its landscape impacts. In: *Landscape and Urban Planning*, 71, S. 175-189.
- RIITERS K.H. et al. (1995), A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. In: *Landscape Ecology*, 10, S. 23-39.
- SEGER M. (2000a), Rauminformationssystem Österreich – digitaler thematischer Datensatz des Staatsgebietes fertiggestellt. In: STROBL, BLASCHKE, GRIESEBNER (Hrsg.) (2000), *Ange wandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000*, S. 465-468.
- SEGER M. (2000b), Digitales Rauminformationssystem Österreich – Landnutzung und Landoberflächen im mittleren Maßstab. In: *Mitt. d. Österr. Geogr. Ges.*, 142, S. 13-38.
- SEGER M. (2001), Rauminformationssystem Österreich – ein digitaler thematischer Datensatz des Staatsgebietes In: *Österr. Zeitschrift f. Vermessung u. Geoinformation*, 89, S. 101-110.
- SINUS-Projektteam (2001), *Landschaftsökologische Strukturmerkmale als Indikatoren der Nachhaltigkeit – Endbericht. Teil des Forschungsprogrammes „Kulturlandschaft“*, Wien.
- SYRBE R.U. (1995), Methodik der Landschaftsbewertung auf geoökologischer Grundlage. In: *Archiv f. Naturschutz u. Landesforschung*, 33, S. 287-316.
- TURNER M.G. (1989), Spatial temporal analysis of landscape pattern. In: *Landscape Ecology*, 4, S. 21-30.
- TURNER M.G. (1995), Landscape Ecology – the effect of pattern on processes. In: *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, S. 171-197.
- TURNER M.G., GARDNER R.H., O'Neill V. (2001), *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Berlin, Springer-Verlag.
- VIDAL C., EIDEN G., KIRSTY H. (2002), Characterisation of rural zones in AEMs monitoring. 2<sup>nd</sup> workshop on rural development, Ispra. – [http://www.mars.jrx.it/documents/agri-environment/meetings\\_2002-ispra/proceedings/IS4\\_Vidal](http://www.mars.jrx.it/documents/agri-environment/meetings_2002-ispra/proceedings/IS4_Vidal) (letzte online-Abfrage Dez. 2005).
- ZUBE E.H. (1987), Perceived land use patterns and landscape values. In: *Landscape Ecology*, 1, S. 37-45.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [147](#)

Autor(en)/Author(s): Seger Martin

Artikel/Article: ["Landcover Austria" und "Landscape Metrics": Neue Karten zur \(Kultur-\)Landschaftsstruktur in Österreich 139-160](#)