

Zum Maßstab kleinräumiger Muster innerhalb west-mediterraner Zwergbinsenrasen (*Isoeto-Nanojuncetea*) - ein Beispiel aus der Serra de Monchique (Portugal)

- Michael Rudner, Freiburg -

Summary

The point pattern of selected species of a fully mapped mediterranean dwarf rush community (*Isoeto-Nanojuncetea*) is analysed using uni- and bivariate second order neighbourhood statistics. Multiscale ordination is applied to detect the scale of the spatial pattern composed by the whole set of mapped species. Both methods indicate patterns at a scale of about 15 cm, that are dominated by two species (*Isoetes histrix*, *Chaetopogon fasciculatus*). Soil depth is supposed to be the main underlying cause for the exhibited pattern.

1. Einleitung

Mediterrane Zwergbinsenrasen (*Isoeto-Nanojuncetea*) - ein floristisches und pflanzensoziologisches Juwel (BRAUN-BLANQUET 1938) - bilden im Südwesten der Iberischen Halbinsel ein hochdynamisches System, das abhängig vom Witterungsverlauf einer starken Veränderung der Individuendichte und der Artenzusammensetzung unterliegt. Es kommt im Laufe des Frühjahrs zu einer allmählichen Ablösung der Arten des *Cicendion* durch Arten des *Helianthemion guttatae*. Geeignete Standorte sind sowohl Ranker in Grusdecken über Syenitfels (Serra de Monchique, Portugal) als auch Pseudogleye in Sandsteinschuttdecken über Ton-schichten (Campo de Gibraltar, Spanien), die beide nach den Winterregen durch staunasse und im Sommer durch sehr trockene Verhältnisse gekennzeichnet sind (vgl. RUDNER et al. 1999).

Hier wird anhand eines Beispiels aus dem portugiesischen Arbeitsgebiet die Analyse von räumlichen Mustern auf Art- und Bestandesniveau („Ökotopt“ sensu FORMAN 1995) und deren Steuerung durch Umweltfaktoren für einen ausgewählten Zeitpunkt dargestellt.

2. Methoden

Auf 72 Dauerflächen (28 in der Serra de Monchique und 44 im Campo de Gibraltar) der Größe 0,5 m x 0,5 m wurde der Bestand in insgesamt 276 Aufnahmen individuenscharf mit Raster- (25 mm) oder Punktkoordinaten erfasst. Dies erfolgte computergestützt mit einem Positiometer nach NOBIS (1996) (CCD-Kamera) oder mit einem Hebelarm-Positiometer nach SCHMIDT & RUDNER (näheres beim Autor). Der vorgestellten Analyse liegt die Aufnahme von drei nebeneinander liegenden Dauerflächen in der Serra de Monchique (Portugal) an einem Termin im April 1999 zu Grunde (Flächengröße 0,5 m x 1,5 m).

Aufgrund der Skalenabhängigkeit von Vegetationsmustern muß für jede Untersuchung ein geeigneter Untersuchungsmaßstab, oder Skalenbereich, gefunden werden (GETIS & FRANKLIN

1987, LEVIN 1992). Entsprechend UPTON & FINGLETON (1985) wird der gleiche Datensatz mit zwei Methoden, einer Punktmusteranalyse und einer rasterbasierten, mehrskaligen Ordination, untersucht.

Distanz-Statistiken 2. Ordnung wie Ripley's K-Formel (RIPLEY 1981) erlauben es, Punktmuster (geklumpte, zufällige oder überdisperserte Verteilung) und den für das betreffende Muster relevanten Skalenbereich aufzuzeigen. Hier wird Ripley's K-Formel (vgl. Abb. 2) sowohl uni- als auch bivariat auf ausgewählte Arten angewandt. Es erfolgt eine Randkorrektur nach GOREAUD & PELISSIER (1999), da innerhalb der Aufnahme­fläche ein Gradient nicht ausgeschlossen werden kann und eine toroidale Randkorrektur (HAASE 1995) somit nicht sinnvoll erscheint.

Die Analyse von Mustern des Gesamtbestandes und deren Maßstab erfolgt über eine mehrskalige Ordination (multiscale ordination, VER HOEF & GLENN-LEWIN 1989). Dazu wird auf die gerasterte Vegetationsaufnahme (2,5 cm Maschenweite) die Methode „Nine-Term Local Quadrat Covariance“ (9TLQC) nach DALE (2000) angewandt. Der Analyseweg wird im folgenden kurz umrissen (Abb. 1). Für verschiedene Blockgrößen wird unter Anwendung eines lokalen 9-Felder-Operators jeweils eine Kovarianzmatrix der Arten erstellt. Die Summe dieser Kovarianzmatrizen wird einer Faktorenanalyse unterzogen. Pro Rasterfeld kann für jeden aus dieser Faktorenanalyse resultierenden Eigenvektor ein Wert errechnet werden (sog. component scores). Aus der Aufteilung der Eigenwerte auf die Blockgrößen lassen sich musterrelevante Skalenniveaus ablesen. Die component scores werden über ein relevantes Skalenniveau gemittelt.

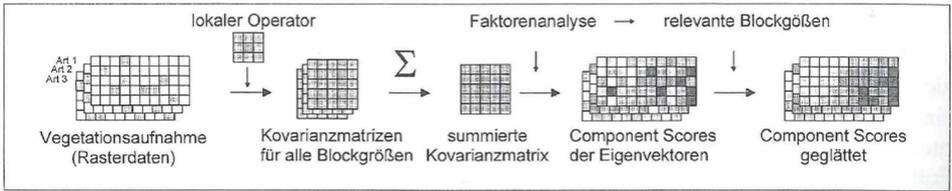
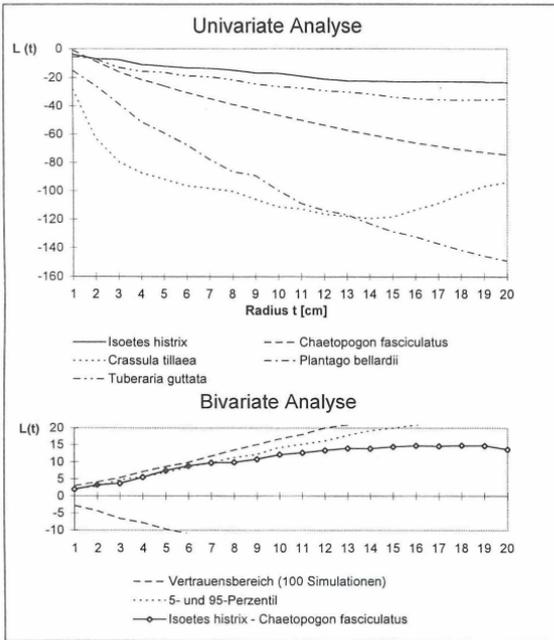


Abb. 1: Analyseweg der mehrskaligen Ordination unter Verwendung der 9TLQC nach DALE (2000).

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Punktmusteranalyse

In der univariaten Analyse zeigt *Crassula tillaea* eine deutliche Klumpung bei einem Radius t von 5 cm und eine zweite Klumpung (Gruppierung von Clustern) bei $t = 13$ cm (Abb. 2). *Plantago bellardii* zeigt eine geklumpfte Verteilung bei $t = 8$ cm. *Tuberaria guttata* und *Isoetes hixtrix* sind schwach geklumpft verteilt. Der Kurvenverlauf von *Chaetopogon fasciculatus* weist auf eine geklumpfte Verteilung ($t > 15$ cm) bei unvollständiger Besetzung des Raumes hin. Die bivariate Analyse von *Isoetes hixtrix* und *Chaetopogon fasciculatus* zeigt, daß die beiden Arten überwiegend räumlich getrennt sind im Gegensatz zu eher geklumpftem Vorkommen der Einzelarten. Eine signifikante Abweichung von $L(t)$ gegenüber einer zufälligen Anordnung der beiden Punktwolken zueinander (95-Perzentil des Vertrauensbereiches aus einer Monte Carlo-Simulation nach UPTON & FINGLETON 1985) ist bei $t = 5-6$ cm zu erkennen. Es zeigt sich, daß auf der Untersuchungsfläche der Skalenbereich von 5-15 cm für Muster relevant ist, die durch *Isoetes hixtrix* und *Chaetopogon fasciculatus* geprägt werden.



$$K(t) = A \sum_i \sum_j w_{ij} I_i(i,j) / n^2$$

mit $i \neq j$ und $I_i(i,j) = 1$, wenn $d_{ij} \leq t$, sonst 0

- A : Größe der Aufnahmefläche
- t : Radius
- w_{ij} : Gewichtungsfaktor für Randkorrektur
- d_{ij} : Distanz zwischen Punkt i und Punkt j
- n : Anzahl der Elemente im Datensatz

K(t) wird nach L(t) transformiert gemäß:

$$L(t) = t - (K(t) / \pi)^{1/2}$$

so daß

- L(t) = 0 bei zufälliger Verteilung
- L(t) >> 0 bei überdisperser Verteilung
- L(t) << 0 bei geklumpfter Verteilung

Abb. 2: Ergebnisse der Punktmusteranalyse mit Ripley's K und die verwendeten Formeln.

3.2 Ergebnisse der Multiscale Ordination

Das Ergebnis der multiscale ordination soll hier exemplarisch am ersten Eigenvektor (EV1) vorgestellt werden. Der erste Eigenvektor erklärt bei einem Eigenwert von 0,84 etwa 23 % der Varianz im Datensatz. Die Evenness von 0,32 zeigt, daß der Eigenvektor von wenigen Arten dominiert wird. Dies sind *Isoetes histrix* mit positiver und *Chaetopogon fasciculatus* mit negativer Ladung. Die Aufteilung des Eigenwertes in Anteile der Blockgrößen zeigt ihr Maximum bei Blockgröße 6, der aufgrund der Dimension der Probefläche größtmöglichen Blockung. Ein Vergleich der gemittelten component scores des EV1 (Abb. 3) mit der Boden-

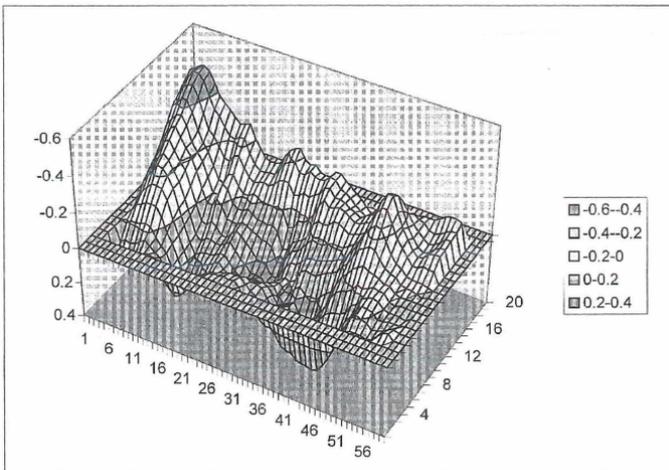


Abb. 3: Geglättete Werte der component scores zum ersten Eigenvektor der multiscale ordination.

mächtigkeit zeigt negative Ladungen bei Bodenmächtigkeiten über 8 cm und positive Ladungen bei Bodenmächtigkeiten um 4 - 8 cm. Die Häufigkeitsverteilung der beiden den EV1 dominierenden Arten über die Bodenmächtigkeit (Abb. 4) bestätigt die Annahme ihrer unterschiedlichen Einnischung. *Isoetes histrix*, eine Art mit einer relativ großen Standortamplitude innerhalb der Zwergbinsenrasen (rechtsschiefe Verteilung), hat ihren Schwerpunkt in den flachgründigen Bereichen um 6-7 cm. Das Maximum von *Chaetopogon fasciculatus*, der bei Mächtigkeiten unter 6 cm kaum anzutreffen ist, liegt in der Klasse 10-11 cm bei starker Präsenz von 7-15 cm.

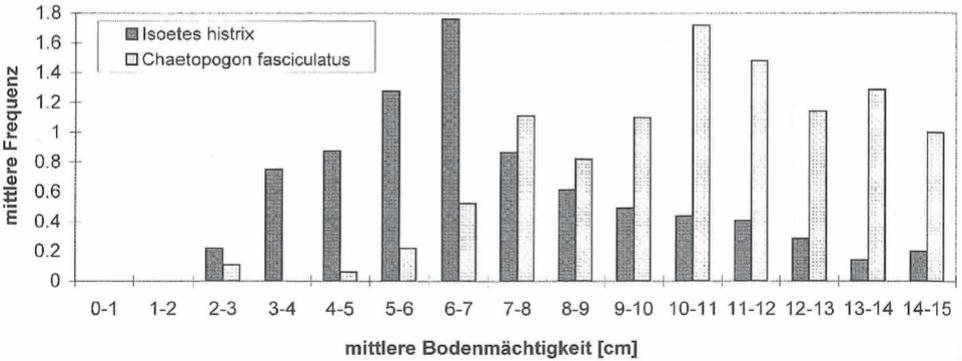


Abb. 4: Mittlere Frequenz von *Isoetes histrix* und *Chaetopogon fasciculatus* über die mittlere Bodenmächtigkeit in quadratischen Teilflächen aus 4 Rasterfeldern.

4. Diskussion

Beide Methoden (Punktmusteranalyse und mehrskalige Ordination) stimmen in den Ergebnissen zum Maßstab der Muster überein. Die Körnung („grain“ sensu GODRON 1982) des untersuchten Zwergbinsenrasens liegt bei etwa 15 cm. Die Verteilungsmuster der einzelnen Arten zeigen Klumpungen unterschiedlicher Spannweite im Zentimeter- bis Dezimeterbereich, die weitgehend reproduktionsbiologisch bedingt sind. Ein Zwei-Arten-Muster zeigt überdisperses Auftreten, die Arten kommen überwiegend in räumlich getrennten Bereichen vor. Das Ergebnis der mehrskaligen Ordination zeigt eine Dominanz zweier edaphisch und zeitlich unterschiedlich eingensicherter Arten bei der Musterbildung. Der Schwerpunkt des wintergrünen Farns *Isoetes histrix* liegt in sehr flachgründigen Böden, die nach den Winterregen sehr rasch austrocknen. Dagegen ist *Chaetopogon fasciculatus*, ein sommerannuelles Gras, hauptsächlich auf um 10 cm mächtigen Böden mit entsprechend besserer Wasserversorgung anzutreffen. Dies ist jedoch nur eines der Muster im untersuchten Zwergbinsenrasen, da der erste Eigenvektor nur 23 % der Varianz im Datensatz erklärt. Bei einer kumulativen Varianz von 58 % für die ersten drei Eigenvektoren sind weitere Muster in Abhängigkeit anderer Faktoren wie z.B. der Übergrusung oder dem Abstand zum Rand der Grusdecke zu untersuchen.

Das Projekt „Vegetationsmuster in Korkeichenwald-Landschaften“ wird gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DE 402-3/4).

Literatur

BRAUN-BLANQUET, J. (1938): Un joyau floristique et phytosociologique „L'Isoetion“ méditerranéen. - Bull. Soc. Etude Sci. 47: 1-23.

- DALE, M.R.T. (2000): Spatial pattern analysis in plant ecology. - Cambridge University Press, Cambridge.
- FORMAN, R.T.T. (1995): Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. - Cambridge University Press, Cambridge.
- GETIS, A. & FRANKLIN, J. (1987): Second-order neighborhood analysis of mapped point-patterns. - *Ecology* **68**: 473-477.
- GODRON, M. (1982): L'étude du „grain“ de la structure de la végétation. Application à quelques exemples méditerranéens. - *Ecologia Mediterranea* **8**(1/2): 191-195.
- GOREAUD, F. & PÉLISSIER, R. (1999): On explicit formulas of edge effect correction for Ripley's K-function. - *Journal of Vegetation Science* **10**: 433-438.
- HAASE, P. (1995): Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: Introduction and methods of edge correction. - *Journal of Vegetation Science* **6**: 575-582.
- LEVIN, S.A. (1992): The problem of pattern and scale in ecology. - *Ecology* **73**: 1943-1967.
- NOBIS, M. (1996): Populationsbiologische Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Pioniervegetation an halbruderalen Störstellen. - Veröff. PAÖ **16**: 419-427.
- RIPLEY, B.D. (1981): Spatial statistics. - John Wiley & Sons, New York.
- RUDNER, M., DEIL, U. & GALÁN DE MERA, A. (1999): Zwergbinsengesellschaften im Südwesten der Iberischen Halbinsel. Standörtliche Einnischung und floristische Differenzierung. - Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. **17**: 427-448.
- UPTON, G.J.G. & FINGLETON, B. (1985): Spatial Data Analysis by Example. Point Pattern and Quantitative Data. - John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- VER HOEF, M. & GLENN-LEWIN, C. (1989): Multiscale ordination: a method for detecting pattern at several scales. - *Vegetatio* **82**: 59-67.

Anschrift des Verfassers:

Michael Rudner, Lehrstuhl Geobotanik, Institut für Biologie II, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestraße 1, 79104 Freiburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Rudner Michael

Artikel/Article: [Zum Maßstab kleinräumiger Muster innerhalb westmediterraner Zwergbinsenrasen \(Isoeto-Nanojuncetea\) - ein Beispiel aus der Serra de Monchique \(Portugal\) 279-283](#)