

# Raumanalyse von Landnutzungswandel und Artendiversität auf Mallorca

Tobias SCHOLZ, Angela HOF und Thomas SCHMITT

Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum · tobias.scholz-k5i@rub.de

*Dieser Beitrag wurde durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.*

## Zusammenfassung

Im Vordergrund des Beitrags steht die Frage, welche Ergebnisse zur Frage der Zusammenhänge zwischen Landnutzungswandel und Artendiversität erzielt werden können, wenn auf multitemporale und flächendeckend verfügbare CORINE Land-Cover-Daten und Verbreitungsdaten im 1 km<sup>2</sup> Maßstab zurückgegriffen wird, anstatt zum Beispiel auf Biotopkartierungen im größeren Maßstab in Kombination mit diesen Verbreitungsdaten. Diese Fragestellung ist relevant vor dem Hintergrund der Datenverfügbarkeit für Raumanalysen, die angesichts des beschleunigten Landnutzungswandels planungsrelevante und entscheidungsunterstützende Geoinformationen zu den Wechselwirkungen zwischen Landschaftsveränderungen und Raummustern der Biodiversität liefern sollen.

## 1 Einleitung

Vor dem Hintergrund beschleunigter Landnutzungsänderungen ist die Interdependenz von Biodiversität, Ökosystemfunktionen und Ökosystemdienstleistungen eine aktuelle raumbezogene Forschungsfrage (HAINES-YOUNG & POTSCHIN 2010). Der Verlust an Biodiversität auf den Ebenen der genetischen Variabilität und der Artenvielfalt ist häufig die Folge eines Verlusts an Diversität auf Ebene der Ökosystemvielfalt, das heißt, Folge eines Rückgangs der Vielfalt an Lebensgemeinschaften und Ökosystemen im Raum (HOBOHM 2000). Die Analyse der Veränderungen der Landschaftskonfiguration über Landschaftsstrukturmaße und die Analyse der Landschaftskomposition über Flächenbilanzen lässt Aussagen zu den Auswirkungen der Landnutzungsänderungen auf Habitatfunktionen zu. Konkrete artspezifische Auswirkungen können nur durch wesentlich komplexere Landschaftsanalysen untersucht werden, für die sich allerdings immer wieder das Problem der Datenverfügbarkeit stellt. Ein weiteres Grundproblem ist, dass Ursachen und Wirkungen zum Teil auf anderen räumlichen und zeitlichen Skalen entstehen und wirksam werden.

Vor diesem Hintergrund wird hier eine Analyse durchgeführt, die CORINE Land-Cover-Daten (EEA 2013) mit Angaben zu den Verbreitungsgebieten von fünf Arten verwendet (GOVERN DE LES ILLES BALEARS 2013a, GOVERN DE LES ILLES BALEARS 2013b). Diesen Tier- und Pflanzenarten ist gemeinsam, dass sie an naturnahe und bedingt naturnahe Garrigue- und Macchieflächen als typische Bestandteile des traditionellen mallorquinischen Landschaftsbildes gebunden sind. Die Daten decken den Maßstabsbereich 1:100.000 (CORINE) ab, während die Verbreitungsgebiete durch 1 × 1 km Fundraster abgebildet

werden. CORINE Land-Cover-Daten (EEA 2013) werden im europaweiten Projekt CORINE Land Cover (CLC) erhoben, das Teil des Programms CORINE (Coordination of Information on the Environment) der Europäischen Union ist. Die CORINE Land-Cover-Daten haben eine thematische Tiefe von fünf Oberkategorien der Landnutzung und Landbedeckung, die in 15 Unterkategorien (Level 2) und auf der höchsten thematischen Auflösungstiefe (Level 3) in 44 Kategorien bzw. Klassen der Landnutzung und Landbedeckung ausdifferenziert werden.

Aus inhaltlicher Perspektive betrachtet ermöglicht diese Datenlage die Analyse der kausalen Zusammenhänge zwischen dem Rückgang des Verbreitungsgebiets einer Art und dem Landschaftsverbrauch, das heißt der Umwidmung von freier, unverbrauchter Landschaft in Siedlungs-, Gewerbe-, Industrie- und Verkehrsflächen im Zuge der touristischen Inwertsetzung und Erschließung, die in den letzten beiden Jahrzehnten vor allem durch den Bau von Ferienimmobilien gekennzeichnet ist. Dieser Zusammenhang wurde durch multitemporale Landschaftsanalysen zu den Wechselwirkungen zwischen dem Verbreitungsgebiet einer im gesamten Mittelmeerraum als gefährdet eingestuften Schildkrötenart, dem Landnutzungswandel und der Landschaftsstruktur auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen durchgeführt und kausalanalytisch mithilfe statistischer Tests geprüft. Es konnte nachgewiesen werden, dass das Schrumpfen und die Zerteilung des Verbreitungsgebiets kausal mit der urban-touristischen Erschließung seit 1979 zusammenhängt (HOF & MICHEL 2012).

Die Zielsetzung dieses Beitrags ist, zu untersuchen, ob sich dieser Zusammenhang auch als Ergebnis von Raumanalysen auf der Basis der oben genannten flächendeckend vorhandenen Landnutzungsdaten ergibt, oder ob eine größere thematische Tiefe und ein größerer Erfassungsmaßstab notwendig sind. Die Analyse wird auf weitere vier Arten ausgedehnt und die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund dieser Fragestellung präsentiert und diskutiert.

## 2 Material und Methoden

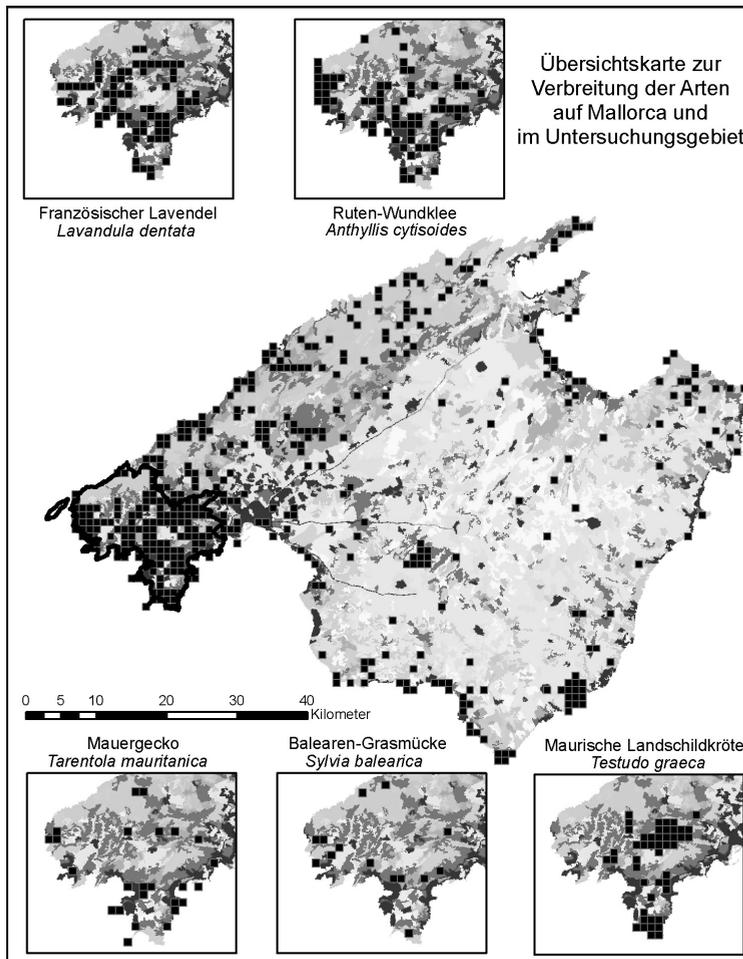
Zur Erfassung des Landnutzungswandels in den Verbreitungsgebieten ausgewählter Arten wurde über eine GIS-basierte Analyse der Landnutzungswandel auf der Grundlage von CORINE Land-Cover-Daten von 1990 und 2006 räumlich explizit für Verbreitungsgebiete und angrenzende Gebiete von fünf Arten statistisch ausgewertet.

### 2.1 Auswahl der untersuchten Arten und des Untersuchungsgebiets

Folgende Arten wurden aufgrund ihres Verbreitungsschwerpunktes im Südwesten der Insel ausgewählt (Abb. 1). Es handelt sich um Tier- und Pflanzenarten, die aufgrund ihrer Habitatansprüche vor allem in naturnahen Biotopen vorkommen und dadurch vom Landnutzungswandel, der zugunsten urbaner Nutzungstypen verläuft, potenziell negativ betroffen sind. Auf das Untersuchungsgebiet, das 6 % der Inselfläche umfasst, entfallen 34 % der Fundraster, in denen die folgenden fünf Arten vorkommen:

- Ruten-Wundklee (*Anthyllis cytisoides*); die Habitatansprüche wurden auf der Grundlage der einschlägigen Literatur ermittelt (BÄRTELS 1997, STRAKA et al. 1987, SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER 1999, SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER 2002).

- Französischer Lavendel (*Lavandula dentata*); die Habitatansprüche wurden auf der Grundlage der einschlägigen Literatur ermittelt (BÄRTELS 1997, STRAKA et al. 1987, SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER 1999, SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER 2002).
- Balearengräsmücke (*Sylvia balearica*); die Habitatansprüche wurden auf der Grundlage der einschlägigen Literatur ermittelt (STERRY 2004).
- Mauergecko (*Tarentola mauritanica*); die Habitatansprüche wurden auf der Grundlage der einschlägigen Literatur ermittelt (RIEPEL 1981).
- Maurische Landschildkröte (*Testudo graeca*); die Habitatansprüche wurden auf der Grundlage der einschlägigen Literatur ermittelt (BUSKIRK et al. 2001, MICHEL 2011).



**Abb. 1:** Verbreitungsgebiete der fünf untersuchten Arten auf der Baleareninsel Mallorca und im Untersuchungsgebiet

Die Verbreitung der Arten wurde mithilfe der vom Umweltministerium veröffentlichten Bioatlanten erhoben (GOVERN DE LES ILLES BALEARS 2013a, GOVERN DE LES ILLES BALEARS 2013b). Diese Geodatenservices liefern die Verbreitung von auf den Balearen vorkommenden Tier- und Pflanzenarten in Form von Fundrastern. Für die Analyse wurden die Fundraster mit einer Größe von 1 km<sup>2</sup> gewählt.

Die Analyse ist auf den südwestlichen Teil der Insel (Gemeinden Calvià und Andratx) beschränkt, weil sich der Verlust von naturnahen Biotopen zugunsten urbaner Flächen dort in den letzten Jahrzehnten am stärksten vollzog (HOF 2013).

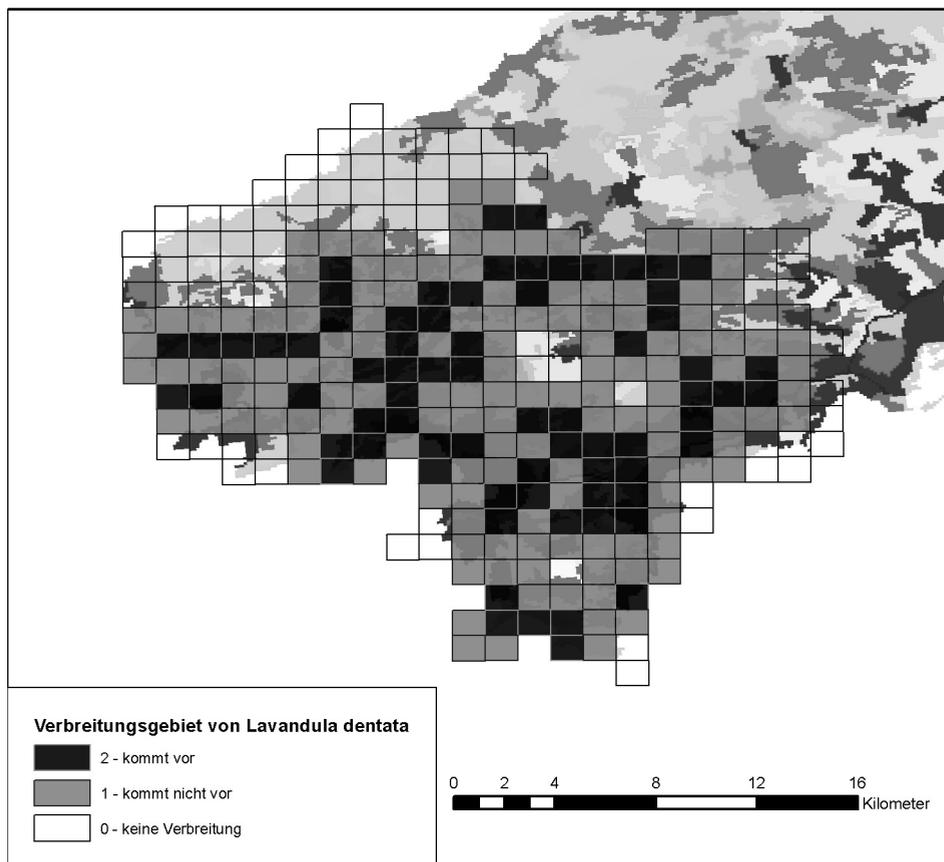
Die CORINE-Landnutzungsdaten sind auf der thematischen Tiefe von Level 2 dargestellt. Die Landnutzungstypen „Maritime Wetlands“, „Inland Waters“ und „Marine Waters“ wurden in den GIS-Operationen nicht berücksichtigt, da visuelle Überprüfungen anhand von Orthophotos ergaben, dass diese Flächen in den CORINE Land-Cover-Daten von 1990 in wesentlich geringerem Umfang erfasst wurden, als sie tatsächlich vorhanden waren. Dies ist vermutlich der geringeren geometrischen und radiometrischen Auflösung der Basisdaten geschuldet. Bezogen auf diese Landnutzungstypen sind die CORINE-Daten von 2006 deutlich genauer, wodurch diese Landnutzungstypen nun in den Daten mehr Fläche einnehmen, als in den Daten von 1990, obwohl sich diese Landnutzungstypen in der Realität nicht weiter ausgedehnt haben, sondern, im Gegenteil, besonders von Versiegelung betroffen waren. Der Einbezug dieser Landnutzungstypen würde zu einer ‚Pseudo-Landnutzungsveränderung‘ und somit einer Verzerrung der Ergebnisse führen.

## 2.2 Ablauf der Analyse

Zunächst wurden die Fundraster der Arten, welche im Rasterdatenformat vorliegen, in ein Raster im Vektordatenformat überführt, um die anschließenden GIS-Operationen durchführen zu können. Die Attributzuweisung für die einzelnen Rasterzellen des Vektordatensatzes erfolgte nach dem Schema in Tabelle 1 für jede Art. Die Fundrasterzellen, in denen das jeweilige Artvorkommen als gesichert gilt, wurden selektiert und attribuiert. Die angrenzenden Rasterzellen wurden selektiert und attribuiert, wobei hier davon ausgegangen wird, dass sich die Dynamik des Landnutzungswandels zwischen diesen Fundrastern unterscheidet und hier das Verbreitungsgebiet dadurch flächenbezogen verringert wurde. Das Schema der Attributierung der Rasterzellen ist für *Lavandula dentata* in Abbildung 2 kartographisch visualisiert.

**Tabelle 1:** Attributierungsschema für die Datenanalyse in GIS

Status der Art in Rasterzelle	Beschreibung	Attributwert
Präsenz	Fundrasterzelle; Art kommt vor	2
Absenz, angrenzend	Rasterzelle grenzt an Fundrasterzelle	1
Absenz	Übrige Zellen im Untersuchungsgebiet	0

Verbreitungsgebiet von *Lavandula dentata* in den Gemeinden Calvià und Andratx

**Abb. 2:** Schematische Darstellung der Raumanalyse am Beispiel des Verbreitungsgebiets einer der fünf untersuchten Arten (*Lavandula dentata*) im Untersuchungsgebiet. Dabei wurden die CORINE-Daten mit den Verbreitungsrastrerzellen der Arten überlagert.

Die Ermittlung der Landnutzung in den einzelnen Rasterzellen erfolgte mit dem ArcGIS-Tool „Zonal Histogram“. Dieses Tool wertet die Häufigkeiten der Landnutzungstypen auf Basis von Attributwerten von Vektordatensätzen aus. Das Ergebnis ist eine Tabelle mit den Häufigkeiten der Landnutzungstypen für die Attributwerte, die in Tabelle 1 gelistet sind. Die Operation mit „Zonal Histogram“ wurde jeweils für die Landnutzungsraster von 2006 und 1990 durchgeführt, um den Istzustand der Landnutzung in den zwei Zeitabschnitten festzustellen. Der Landnutzungswandel zwischen 2006 und 1990 wurde für die nach dem Schema in Tabelle 2 generalisierten Landnutzungstypen der CORINE-Daten berechnet.

Auf Grundlage der generalisierten Landnutzungskategorien wurde dann für jede Art die relative Veränderungsrate in Prozent zwischen 2006 und 1990 für die Rasterzellenkategorien „Präsenz“, „Absenz, angrenzend“ und „Absenz“ über folgende Formel berechnet:

$$L_{\text{Rate}} = ((L_{2006} - L_{1990}) / L_{2006}) * 100$$

$L_{\text{Rate}}$  = Veränderungsrate [%] der Landnutzungstypen

$L_{2006}$  = Häufigkeit der Landnutzung im Jahr 2006

$L_{1990}$  = Häufigkeit der Landnutzung im Jahr 1990

**Tabelle 2:** Generalisierung der CORINE Land-Cover-Daten für die Datenanalyse in GIS

Generalisierte Landnutzungskategorien	Landnutzungskategorien der CORINE-Daten
Urbane Nutzung	Urban fabric Industrial, commercial and transport units Mine, dump and construction sites
Landwirtschaftliche Nutzung	Arable land Permanent crops Pastures Heterogeneous agricultural areas
Naturnahe Biotope	Forests Scrub and/or herbaceous vegetation areas Open spaces with little or no vegetation

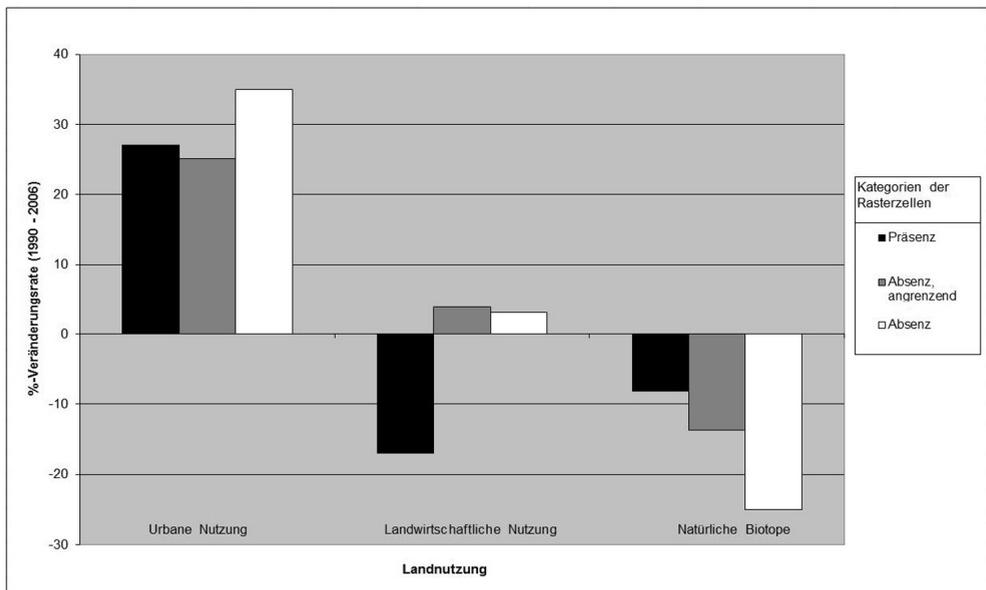
### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Analyseergebnisse zeigen für die untersuchten Arten kein einheitliches Bild. In den Fundrastern, die das Verbreitungsgebiet darstellen, war die Veränderungsrate der urbanen Landnutzungsdynamik nahezu gleich hoch oder niedrig wie die Rate in den angrenzenden Rastern, wo die Arten absent sind, mit Ausnahme von *Sylvia balearicus* und *Testudo graeca*. Für diese beiden Arten kann in den Fundrastern des Verbreitungsgebiets eine wesentlich höhere urbane Siedlungsflächenzunahme als in den angrenzenden Gebieten festgestellt werden. Gleichzeitig überwiegt für diese Arten die Rate der Zunahme der landwirtschaftlichen Flächen die der angrenzenden Rasterzellen deutlich, während naturnahe Flächen abnahmen. Bei *Anthyllis cytisoides* und *Lavandula dentata* war die Abnahme der naturnahen Flächen im Verbreitungsgebiet geringer und der Rückgang der landwirtschaftlichen Flächen stärker als außerhalb des Verbreitungsgebiets. Diese beiden gegensätzlichen Veränderungstendenzen der Artendiversität durch den Landnutzungswandel werden durch die Pflanzenart *Anthyllis cytisoides* und die Vogelart *Sylvia balearica* repräsentiert (Tab. 3, Tab. 4, Abb. 3, Abb. 4). Im Verbreitungsgebiet von *Anthyllis cytisoides* hat die urbane Nutzung in den Fundrasterzellen im gleichen Maße zugenommen wie in den angrenzenden Rasterzellen, während der Rückgang der naturnahen Biotope in den angrenzenden Rasterzellen höher war, als in den Fundrastern. Die landwirtschaftliche Nutzung nahm in den

Fundrastern ab (vgl. Tab. 3, Abb. 3). Gegenläufiges zeigt sich bei *Sylvia balearica*. Die urbane Nutzung nahm in den Fundrasterzellen stärker zu als in den angrenzenden Rasterzellen, während die naturnahen Biotop in den Fundrasterzellen im gleichen Maße abgenommen haben, wie in den angrenzenden Zellen. Die landwirtschaftliche Nutzung hat in den Fundrastern zugenommen (vgl. Tab. 4, Abb. 4)

**Tabelle 3:** Ergebnisse für *Anthyllis cytisoides*: Veränderungsrate in [%] zwischen 2006 und 1990

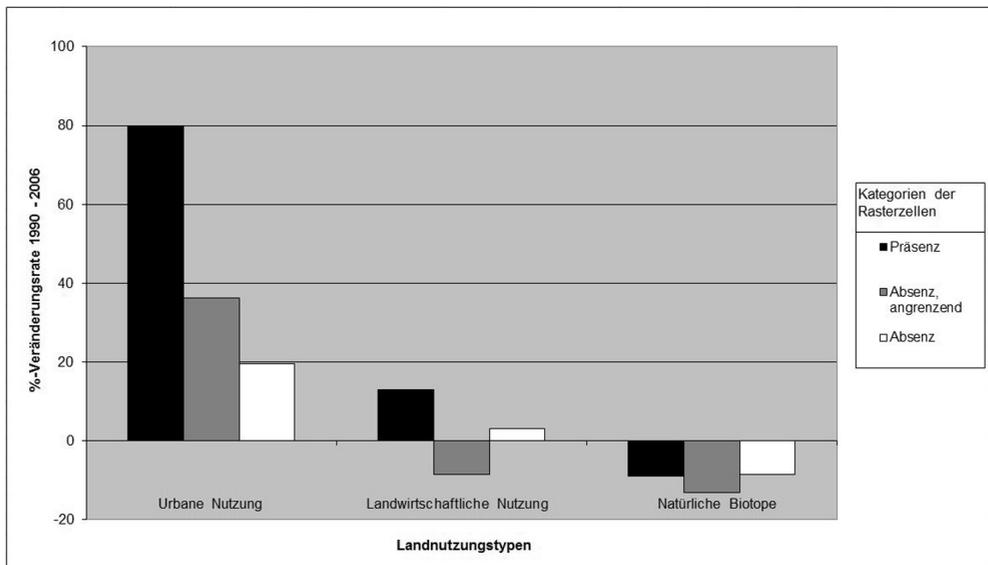
	Urbane Nutzung	Landwirtschaftliche Nutzung	Naturnahe Biotopie
<i>Anthyllis cytisoides</i>	Veränderung [%]	Veränderung [%]	Veränderung [%]
Präsenz	27,0	-16,9	-8,1
Absenz, angrenzend	25,1	3,8	-13,6
Absenz	34,9	3,1	-24,9



**Abb. 3:** Ergebnisse zu Dynamik und Prozessmuster des Landnutzungswandels für die untersuchte Art *Anthyllis cytisoides* (1990-2006)

**Tabelle 4:** Ergebnisse für *Sylvia balearica*: Veränderungsrate in [%] zwischen 2006 und 1990

	Urbane Nutzung	Landwirtschaftliche Nutzung	Naturnahe Biotope
<b>Sylvia balearica</b>	<b>Veränderung [%]</b>	<b>Veränderung [%]</b>	<b>Veränderung [%]</b>
Präsenz	80	13,1	-8,9
Absenz, angrenzend	36,3	-8,6	-13,2
Absenz	19,6	3,1	-8,4

**Abb. 4:** Ergebnisse zu Dynamik und Prozessmuster des Landnutzungswandels für die untersuchte Art *Sylvia balearica* (1990-2006)

Die Ergebnisse der Studie von HOF & MICHEL (2012), dass die urbane Flächeninanspruchnahme dort signifikant höher war, wo das Verbreitungsgebiet für die Schildkrötenart *Testudo graeca* geschrumpft ist, konnte durch die hier beschriebene Analyse nicht bestätigt werden. Allerdings unterstreichen auch die hier erzielten Ergebnisse die Bedeutung der naturnahen und landwirtschaftlichen Flächen und der Landschaftsstruktur für das Vorkommen der an diese Strukturen gebundenen Arten. Allerdings kann im Vergleich mit dieser anderen Studie mit der räumlichen Auflösung und thematischen Tiefe der CORINE Land-Cover-Daten eine weniger differenzierte Raumanalyse vorgenommen werden.

Mit Ausnahme des Mauergeckos (*Tarentola mauritanica*) weisen die Landnutzungsmuster der Verbreitungsgebiete der untersuchten Arten verglichen mit den angrenzenden Gebieten

einen höheren Flächenanteil naturnaher Flächennutzungen auf, vor allem einen hohen Garrigue-Flächenanteil. Der Mauergecko hingegen scheint, wenn auch nicht direkt von der Versiegelung, sondern indirekt von Begleiterscheinungen wie einem höherem Nahrungsangebot, zu profitieren. Diese Hypothese gilt es, in weiterführenden Untersuchungen zu testen. Ein weiteres Ergebnis ist, dass die Hypothese aufgestellt werden kann, dass *Sylvia balearica* trotz der urbanen Siedlungsdynamik in ihrem Verbreitungsgebiet ausreichend Habitatfläche vorfindet.

Ein Grund könnte die flächenhaft gering verdichtete Siedlungsentwicklung sein, die aufgrund starker Durchgrünung vielfältige Ersatzhabitats und ökologische Nischen bietet. In einer Studie in Leipzig wurde nachgewiesen, dass die größte Vielfalt an Vogelarten häufig in den Stadtgebieten existiert, die durch große Anteile von qualitativ hochwertigen Grünflächen charakterisiert sind (STROHBACH et al. 2009). Auch diese Hypothese gilt es, mit räumlich und thematisch feiner aufgelösten Daten zu überprüfen. Die Raumanalyse hat in dieser Hinsicht wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf Prozessmuster und kausale Zusammenhänge zwischen Landnutzungswandel und Artendiversität auf Mallorca geliefert.

## 4 Fazit

Aus Platzgründen wurde in der Analyse auf eine kartographische Darstellung der Ergebnisse verzichtet. Anhand der Analyse zeigt sich, dass die Zunahme der urbanen Nutzung im Südwesten Mallorcas auf Kosten naturnaher Biotope verläuft. Bei den Veränderungen der Artendiversität zeigen sich keine einheitlichen Muster, sondern durchaus artspezifische Abhängigkeiten zur Landnutzung. Generell lassen sich aber zwei Muster erkennen, die durch die Arten *Sylvia balearicus* und *Anthyllis cytisoides* repräsentiert werden. Zusammenhänge zwischen Landnutzungswandel und Artendiversität können durch Raumanalysen mit flächendeckend vorhandenen CORINE Land-Cover-Daten und Daten zu Verbreitungsgebieten im 1 km<sup>2</sup> Maßstab tendenziell ermittelt werden, da eine Abnahme der Ökosystemvielfalt, die mit dieser Analyse für Mallorca bestätigt wurde, mit einem Verlust der Artenvielfalt verknüpft ist (HOBOM 2000). Allerdings sind für weitergehende Aussagen Geodaten mit größerer thematischer Tiefe und einem größeren Erfassungsmaßstab notwendig, die auch differenzierte Aussagen zur Landschaftsstruktur erlauben. Die CORINE Landcover-Daten haben eine thematische Tiefe von 5 ha, was insbesondere Kleinstrukturen nicht adäquat aufzulösen vermag. Demnach kann die Feldarbeit nicht gänzlich durch die Methodik der Fernerkundung ersetzt werden (EINIG et al. 2009).

Als eine an diese Arbeit anknüpfende Analyse eignet sich eine Analyse der Sensibilität und Flexibilität der Arten gegenüber dem festgestellten Landschaftswandel, die bei den Arten ganz unterschiedlich ausgeprägt ist. So weist zum Beispiel *Testudo graeca* eine geringe Toleranz gegenüber der Ausdehnung urbaner Nutzung auf (BUSKIRK et al. 2001), während *Tarentola mauritanica* eine Affinität für urbane Biotope zeigt (RIEPEL 1989).

## Literatur

- BÄRTELS, A. (1997), Farbatlas mediterrane Pflanzen. Stuttgart.
- BUSKIRK, J., KELLER, C. & ANDREU, A. (2001), Testudo graeca – Maurische Landschildkröte. In: Fritz, U. (Hrsg.), Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/III A: Schildkröten. Kempten.
- EEA – European Environment Agency (Hrsg.) (2013), Corine Land Cover 2006 raster data. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster> (20.11.2013).
- EINIG, K., JONAS, A. & ZASPEL, B. (2009), Eignung von CORINE-Geodaten und Daten der Flächenerhebung zur Analyse der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Deutschland. Land use economics and planning. Discussion paper No. 2009-08.
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS (Hrsg.) (2013a), BioAtlas 1.3.0. [http://ideib.caib.es/pub\\_ideib/public/TEMATIC-BIOATLES/MapServer/WMSServer/](http://ideib.caib.es/pub_ideib/public/TEMATIC-BIOATLES/MapServer/WMSServer/) (29.01.2014).
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS (Hrsg.) (2013b), BioAtlas 2.0. <http://bioatles.caib.es/serproesfront/cuadriculas.do?seccion=distribEspecies> (29.01.2014).
- HAINES-YOUNG, R. & POTSCHEIN, M. (2010), The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D.G. & Frid, C. (Hrsg.), Ecosystem ecology. A new synthesis. Cambridge; New York, 110-139.
- HOBOHM, C. (2000), Biodiversität. Wiebelsheim.
- HOF, A. (2013), Analyse des Urban Sprawl auf Mallorca mit GIS basierten Flächennutzungsdaten auf unterschiedlichen Maßstabsebenen. In: STROBL, J., BLASCHKE, T., GRIESEBNER, G. & ZAGEL, B. (Hrsg.), Angewandte Geoinformatik 2013. Beiträge zum 25. AGIT-Symposium Salzburg. Berlin/Offenbach, 80-89.
- HOF, A. & MICHEL, E. (2012), Landscape modeling and metrics for improved integration of urban land change processes and biodiversity indicators in urban management in Mediterranean coastal zones. In: BREUSTE, J., VOIGT, A. & ARTMANN, M. (Eds.), Implementation of Landscape Ecological Knowledge in European Urban Practice. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Laufener Seminarbeiträge), Laufing, 85-92.
- MICHEL, E. (2011), GIS-gestützte Habitat- und Landschaftsstrukturanalyse am Beispiel der Maurischen Landschildkröte in der Gemeinde Calvia/Mallorca. Unveröffentlichte Masterarbeit. Ruhr-Universität Bochum.
- RIEPEL, O. (1981), Tarentola mauritanica – Mauergecko. In: FRITZ, U. (Hrsg.), Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 1 / I: Echsen. Kempten.
- SCHÖNFELDER, I. & SCHÖNFELDER, P. (2002), Kosmos Atlas Mittelmeer- und Kanarenflora. 3. Auflage. Stuttgart.
- SCHÖNFELDER, I. & SCHÖNFELDER, P. (1999), Die Kosmos-Mittelmeerflora. 2. Auflage. Stuttgart.
- SERRY, P. (2004), Die Vögel am Mittelmeer. Kosmos Naturführer. Stuttgart.
- STRAKA, H., HAEUPLER, H., GARCIA, L. & ORELL, J. (1987), Führer zur Flora von Mallorca. Stuttgart, New York.
- STROHBACH, M. W., HAASE, D. & KABISCH, N. (2009), Birds and the city: urban biodiversity, land use, and socioeconomics. Ecology and Society, 14 (2), 31 [online].