



---

# Biodiversität – räumliche Erfassung und multiskalige Bewertung aus geographischer Perspektive

Alexander Siegmund

Auszug aus dem Jahresbericht  
„Marsilius-Kolleg 2014/2015“



## Hintergrund und interdisziplinäre Fragestellungen zur Biodiversität

Die Biodiversität – die Vielfalt aller organisch-lebenden Strukturen von der Erbsubstanz bis zum Ökosystem – manifestiert sich in dem schmalen und komplexen Netzwerk der Biosphäre unseres Planeten. Durch anthropogene Eingriffe in natürliche Prozesse von der lokalen bis zur globalen Ebene werden diese Netzwerke derzeit stärker gestört denn je. Aufgrund der komplexen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge kann dabei der Frage „Was ist Biodiversität und wie schützen wir diese?“ – zugleich Titel des gemeinsamen Marsilius-Vorhabens – nur in einem engen interdisziplinären Dialog nachgegangen werden. Das dazu gemeinsam mit den Kollegen Marcus Koch (Fakultät für Biowissenschaften) und Wolfgang Kahl (Juristische Fakultät) entwickelte Projektvorhaben umfasste dabei drei zentrale Aspekte zur Biodiversität:

### *Biodiversität – räumliche Erfassung und multiskalige Bewertung aus geographischer Perspektive*

**Alexander Siegmund**

1. Begriffsklärung: Wie lassen sich die Begriffe „Biodiversität“ bzw. „Artenvielfalt“ als umweltwissenschaftlicher Schlüsselbegriff des 21. Jahrhunderts aus disziplinärer und interdisziplinärer Sicht definieren?
2. Schutzgründe: Welche ökologischen, ökonomischen und sonstigen Gründe für den Schutz von „Biodiversität“ gibt es? – Gleichsam die zentrale Frage im Rahmen des Marsilius-Vorhabens.
3. Schutzkonzepte: Wie lassen sich Konzepte und Instrumente zur Erfassung, Bewertung und zum Schutz von Biodiversität in konkreten Raumbeispielen umsetzen? Neben den naturwissenschaftlichen Bezügen über Biologie und Evolutionsforschung (vgl. Teilprojekt Marcus Koch) bestehen u.a. enge Zusammenhänge zu unterschiedlichen Formen anthropogener Raumnutzung, ebenso wie zu umweltrechtlichen Betrachtungsweisen in Hinblick auf unterschiedliche Schutzkategorien auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene (vgl. Teilprojekt Wolfgang Kahl).

Vor dem Hintergrund eines gemeinschaftlichen konzeptionellen Ansatzes war das Arbeitsvorhaben des Teilprojekts aus geographischer Sicht mit dem Fokus auf (1) der räumliche Erfassung von unterschiedlichen Aspekten von Biodiversität sowie (2) der multiskaligen Bewertung von Nutzungskonflikte und Nachbarschaftsbeziehungen

im Kontext des Schutzes von Biodiversität eng mit den beiden anderen Teilvorhaben gekoppelt.

### Konzeptionelle Überlegungen zur Biodiversität aus geographischer Perspektive

Im Mittelpunkt des geographischen Teilprojekts stand zum einen die Frage nach der Erfassung und Analyse der ökologischen „Wertigkeit“ unterschiedlicher Flächen bezüglich ihres Biodiversitätspotenzials und der naturschutzrechtlichen Schutzkategorien (z.B. Naturschutz-, FFH-Gebiet). Werden tatsächlich die Flächen unter einen besonderen naturschutzrechtlichen Schutz gestellt, die genetisch und ökologisch besonders schutzbedürftig und schützenswert sind?

Zum anderen sollen die räumlichen Nachbarschaftsbeziehungen und die zeitliche Dynamik von Landnutzungsänderungen im Umfeld von Schutzarealen untersucht und Zukunftsszenarien des „human impacts“ auf solche Flächen untersucht werden. Welchen Einfluss haben unterschiedliche anthropogene Landnutzungsformen – Siedlungs- und Verkehrsflächen, intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen etc. – auf den Schutzstatus und die „Unberührtheit“ der unterschiedlichen naturschutzrechtlichen Areale und die Hot Spots räumlicher Biodiversität? Welchen Einfluss hat die Dynamik räumlicher Veränderungen wie etwa die zunehmende Flächenversiegelung und Fragmentierung von Räumen auf die Schutzfunktion und die Entwicklung der Biodiversität?

### Erfassung und Bewertung von Biodiversität im räumlichen Kontext

In der öffentlichen Diskussion wird Biodiversität häufig gleichgesetzt mit Artenvielfalt. Dabei wird unter Biodiversität wissenschaftlich neben der Artenvielfalt – aus geographischer Sicht gleichsam auf einer räumlichen Mesoebene – auch die Vielfalt an Ökosystemen (Makroebene) und die genetische Vielfalt (Mikroebene) sowie die Interaktionen zwischen diesen drei Ebenen verstanden (vgl. Beitrag Koch).

Mit Satellitendaten wie etwa der LANDSAT-Reihe mit einer räumlichen Auflösung von etwa 30 x 30 m pro Bildpunkt lassen sich auf der Makroebene verschiedene großflächige Ökosysteme wie tropische Regenwälder, Savanntentypen, unterschiedliche Waldzusammensetzung etc. relativ problemlos erfassen und

deren zeitliche Dynamik in den letzten 30 bis 40 Jahren analysieren. Durch modernere Ansätze, wie z.B. objektorientierte Verfahren und die Einbeziehung zusätzlicher Rauminformationen (sog. Kollateraldaten wie Höhenlage, Böden, Klima etc.) können Ökosysteme z.T. auch bei kleinräumigeren Strukturen erfasst werden.

Auf der Ebene der Arten (Mesoebene) kommt zugute, dass die räumliche Auflösung von Satellitendaten in den letzten Jahren erheblich verbessert wurde – mit der „WorldView“-Reihe von bis zu unter 0,5 x 0,5 m pro Bildpunkt. Hinzu kommt die zunehmende temporale (z.T. mehrfach täglich) und spektrale Auflösung, die eine differenziertere Erfassung von Vegetationstypen und z.T. auch einzelner Arten (z.B. Baumarten) erlaubt.

„Unmanned Aerial Vehicles“ (UAV), bodengebundene Fernerkundungsdrohnen, liefern räumlich noch deutlich höher aufgelöste Daten. So wurde eine eigene sogenannte Gleitschirmdrohne der Abt. Geographie – Reserach Group for Earth Observation (‘geo) (vgl. Abb. 1) im Rahmen eines gemeinsamen Projekts mit

Abb. 1: Gleitschirmdrohne „SUSI 62“ mit 5,5 PS-Motor und einer maximalen Zuladung (Payload) von bis zu 8 kg an Kameras während eines Feldaufenthalts in der Atakama/Chile (Quelle: Eigene Aufnahme).



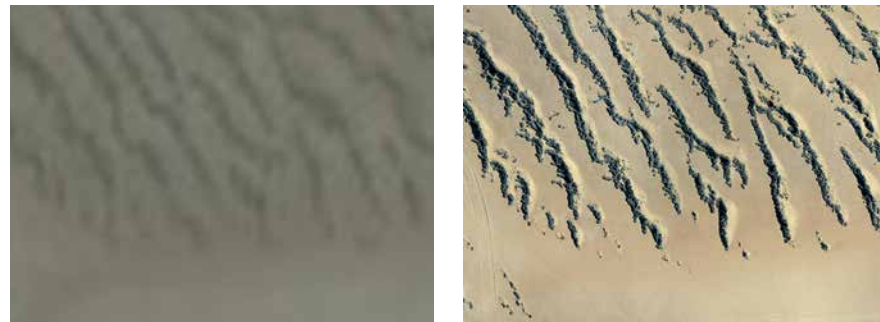


Abb. 2: Vergleich der räumlichen Auflösung einer „Quickbird“-Satellitenbildszene (links, räumliche Auflösung 1 x 1 m) mit dem gleichen Ausschnitt eines Ortholuftbilds (rechts, räumliche Auflösung 2 x 2 cm) der Gleitschirmdrohne „SUSI 62“ am Beispiel eines Pflanzenbestandes von *Tillandsia* spp. in der Atakama/Chile (Entwurf: Wolf, 'geo-AG Siegmund, Datenquelle: Google Earth (links), eigene Aufnahme Gleitschirmdrohne „SUSI 62“).

Marcus Koch und chilenischen Kollegen der Universität Católica de Chile zur Erfassung von *Tillandsia*-Beständen in der Atakama in Chile eingesetzt. Die dabei generierten Luftbildmosaiken und digitalen Geländemodelle liefern eine räumliche Genauigkeit im Zentimeter-Bereich, die für ein „Geoecological Niche Modelling“ notwendig sind (vgl. Abb. 2 und Abb. 3).

Durch zusätzliche methodische Fortschritte der Bildverarbeitung und Mustererkennung lassen sich darüber hinaus sogar Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Pflanzenarten in einem Bestand ableiten, die in den Satelliten- und Luftbilddaten selbst nicht zu erkennen sind. So lassen sich z.B. Kräuter- und Gräserfamilien durch Verfahren der „Entmischung“ von spektralen Eigenschaften einzelner Arten aus den Fernerkundungsdaten räumlich erfassen und so auch Rückschlüsse auf die Artenvielfalt ziehen.

Fernerkundungsgestützte Methoden tragen dazu bei, verschiedene Aspekte von Biodiversität zu analysieren, zu modellieren (historisch und Zukunftsszenarien) und zu bewerten. Diese Aspekte dienen auch als Grundlage zur Konzeption von Schutzstrategien zum Erhalt der biologischen Vielfalt. Verschiedene dieser Fernerkundungsverfahren konnten im Rahmen des Marsilius-Vorhabens aufgearbeitet und in einem interdisziplinären Kontext kritisch diskutiert werden.

Auf unterschiedlichen politischen Raumebenen, von der europäischen über die nationale bis zu der des Landes Baden-Württemberg, existieren verschiedene Kategorien zum Schutz der Umwelt in ausgewiesenen Arealen. Die Intensität des „Schutzes“

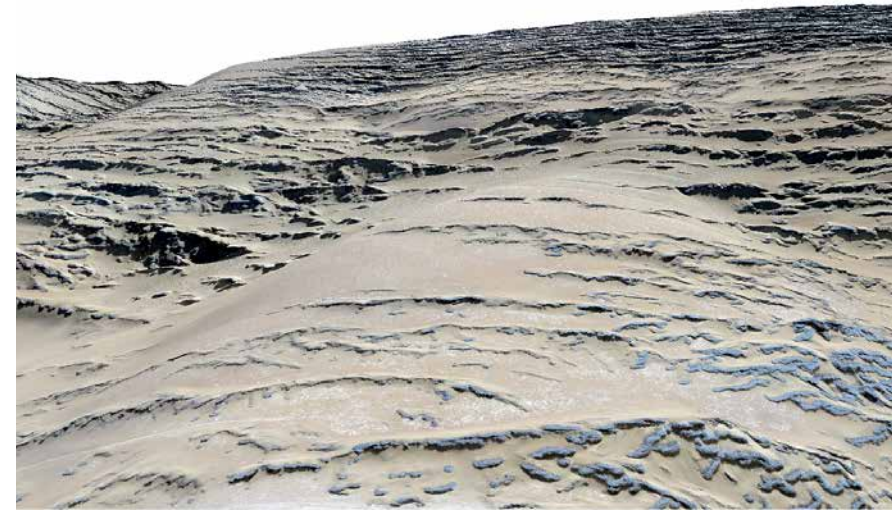


Abb. 3: Dreidimensionales digitales Geländemodell mit überlagerten Luftbildmosaik, basierend auf einer Befliegung von *Tillandsia*-Beständen (linienhafte Strukturen) mit der Gleitschirmdrohne „SUSI 62“ in der Atakama/Chile (Entwurf: Wolf, 'geo-AG Siegmund, Datenquelle: Eigene Aufnahme Gleitschirmdrohne „SUSI 62“).

und Reglementierung des unmittelbaren anthropogenen Einflusses ist dabei sehr unterschiedlich – von weitgehend sich selbst überlassenen Naturschutzgebieten bis hin zu Landschaftsschutzgebieten mit umfangreichen Nutzungsmöglichkeiten. Alle Ansätze basieren im Wesentlichen auf einer Binnenfokussierung von Prozessen innerhalb dieser Schutzgebiete, die Beeinflussung durch benachbarte Außennutzungen fehlt zumeist. Dabei machen räumliche Strukturen und Prozesse vor den vom Menschen gesetzten Grenzen dieser Areale nicht halt: Die Gebiete sind Teil übergeordneter Stoffflüsse, seien es (ggf. verunreinigte) Grundwasserflüsse, anthropogener Nutzungsdruck oder atmosphärischer Schadstoffeintrag. All diese Prozesse unterliegen einer divergierenden räumlichzeitlichen Dynamik.

Aus diesem Grund bedarf es auch zur Bewertung der Schutzfunktion biologischer Vielfalt in solchen Gebieten einer differenzierten Betrachtung v.a. anthropogener Raumnutzungsstrukturen und deren Dynamik im engeren und weiteren Umfeld. Dabei kommt insbesondere Landnutzungsveränderungen, wie etwa die räumlich-zeitliche Dynamik von Siedlungserweiterungen im Stadt-Umland-Bereich eine wichtige Indikatorfunktion für eine solche potenzielle Beeinflussung zu. Daher standen solche „urban margins“ im besonderen Fokus des Projekts.

Durch die Produktion, Speicherung und Transport von erneuerbarer Energie stellen sich zusätzliche Flächennutzungskonflikte – zum Teil in unmittelbarer Konkurrenz zum „klassischen“ Naturschutz.

Zu diesem Zweck wurden im Kontext des Marsilius-Vorhabens in Kooperation mit Marcus Koch und zusätzlich unterstützt durch Anschubfinanzierungsmittel des Heidelberg Center for the Environment (HCE) eine räumliche Datenbank (das sogenannte Geographische Informationssystem, GIS) entwickelt, die unterschiedliche Informationen zur Analyse und Bewertung von Fragen der Biodiversität und

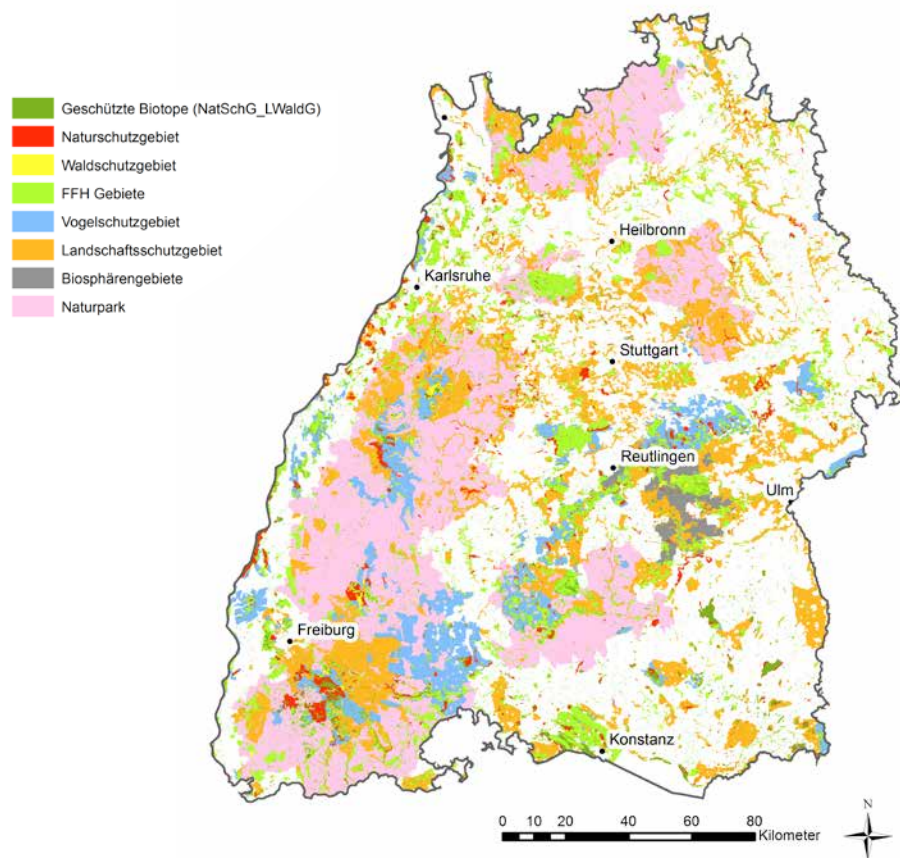


Abb. 4: Auszug aus dem Biodiv-GIS mit Darstellung von unterschiedlichen Schutzgebietskategorien in Baden-Württemberg (Entwurf: Wolf, 'geo-AG Siegmund, Datengrundlage: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz).

deren Schutzes integriert (BioDiv-GIS, vgl. Abb. 4). Auf regionaler Maßstabsebene Baden-Württembergs umfasst die Datenbasis dazu insbesondere die systematischen floristischen Kartierungen der Naturkundemuseen Stuttgart und Karlsruhe. Diese Datenbasis ermöglicht unter anderem die Ableitung von Verbreitungskarten sowie die Analyse und Visualisierung von Populationsgrößen- und -dynamiken unterschiedlicher Pflanzenarten. Zudem umfasst das BioDiv-GIS habitatbeschreibende Datenlayer (z.B. Topographie, Böden, Klima) sowie auf nationaler und europäischer Ebene flächendeckende Landnutzungs- und Infrastrukturinformationen, die u.a. zur Detektion von Gefährdungszonen genutzt werden können.

### Fazit als Marsilius-Fellow und Ausblick auf zukünftiges

Das gemeinsame Marsilius-Vorhaben hat gezeigt, dass Forschungsfragen zur Biodiversität – auch aus disziplinär-geographischer Perspektive – in einem breiten interdisziplinären Dialog umfassend diskutiert werden müssen und dass nur so integrierte konzeptionelle Konzepte entwickelt werden können. Auf diese Weise konnten gemeinsam Fragestellungen mit aktueller gesellschaftlicher, ökologischer und ökonomischer Relevanz als Grundlage einer nachhaltigen Raumplanung diskutiert und bearbeitet werden. Dabei lag der Fokus auf der Bewertung biologischer Vielfalt angesichts eines anhaltenden Flächenverbrauchs und räumlicher Nachbarschaftsbeziehungen von Schutzgebieten.

Der regelmäßige Austausch mit den Kollegen Marcus Koch und Wolfgang Kahl im Rahmen des Marsilius-Kollegs und darüber hinaus haben dabei wesentliche Impulse gebracht, durch die zum einen der disziplinäre Kontext gewinnbringend verlassen und neue Facetten des Themas Biodiversität erschlossen werden konnten. Zum anderen haben diese Einsichten auch zu einer substantiellen Weiterentwicklung und teilweisen Neujustierung eigener disziplinärer Sichtweisen beigetragen. Die regelmäßigen Treffen mit allen Marsilius-Fellows haben diese interdisziplinären „Brückengänge“ auch zu anderen Themen ermöglicht.

Diese perspektivischen Ansätze gilt es auch in Zukunft in der eigenen Arbeit – trotz aller nötigen und geforderten Disziplinarität – weiter zu pflegen und zu entwickeln. Nur so lassen sich schließlich zunehmend komplexere Fragestellungen von wissenschaftlicher und/oder gesellschaftlicher Relevanz hinreichend bearbeiten und beantworten. Hierzu leistet das Marsilius-Kolleg gerade an einer „Volluniversität“ wie Heidelberg einen wichtigen Beitrag.