

Datenhaltung, Analyse und Darstellung der Biodiversität und Verbreitungsmuster biologischer Bodenkrusten anhand GIS

Bettina WEBER, Rosi SIBER, Burkhard BÜDEL und Gerhard RAMBOLD

Zusammenfassung

In Abstimmung mit sämtlichen Teilprojekten des Forschungsprojekts BIOTA Süd wurde ein Datenmodell entworfen, das als Grundlage für die Ausarbeitung der Projektdatenbank *BIOTAEcology* diente. Diese Datenbank untergliedert sich in vier hierarchische Ebenen, die den unterschiedlichen Flächenbezug der im Gelände erhobenen Daten widerspiegeln. Die Dateneingabe erfolgt durch die Projektteilnehmer über Internet. Für die Arbeit im GIS-Bereich wurde eine vernetzte Softwareumgebung, sowie eine solide Grundlage an Referenzdaten, bestehend aus Fernerkundungs- und thematischen Daten, geschaffen. Sobald eine ausreichende Datenbasis vorliegt, sollen Hypothesen bezüglich der Verbreitungsmuster biologischer Bodenkrusten mit Hilfe von GIS und statistischen Methoden getestet werden. Kleinräumige Verbreitungsmuster von Flechten werden mit geostatistischen Methoden untersucht und mit Hilfe eines Wasserabflussmodells analysiert.

1 Einleitung

Das Forschungsprojekt BIOTA (<http://www.biota-africa.de>) hat zum Ziel, die Artenvielfalt auf dem afrikanischen Kontinent zu erforschen und Einflüsse der Landnutzung sowie mögliche Folgen einer Klimaänderung zu untersuchen. Das Verbundprojekt untergliedert sich in drei große Bereiche BIOTA West, -Ost und -Süd, die eine Erforschung der jeweiligen geographischen Region zum Ziel haben. BIOTA Süd setzt sich aus 11 Teilprojekten zusammen, die sich mit unterschiedlichen Organismengruppen befassen und deren Arbeit auf einer standardisierten Untersuchungsmethodik beruht. So wurde von Nord-Namibia bis zur Kapregion in Südafrika ein Transekt erstellt, entlang dessen 33 Untersuchungsflächen, sogenannte Observatorien von je 1 km² Fläche errichtet wurden. Der Transekt deckt sämtliche Biome des südlichen Afrikas ab und umfasst auch den Übergang zwischen Sommer- und Winterregengebiet (Abbildung 1). Die Untersuchungen werden innerhalb der Observatorien durchgeführt, die jeweils in 100 Hektarflächen unterteilt sind. So wird über die gemeinsame geographische Lage eine Verknüpfung der Daten verschiedener Teilprojekte ermöglicht.

Im vorliegenden Projekt werden biologische Bodenkrusten untersucht, die aus einer wechselnden Zusammensetzung von Algen, Cyanobakterien, Pilzen und Flechten bestehen. Sie besiedeln weite Flächen in ariden und semiariden Gebieten und tragen hier maßgeblich zur Stabilisierung der Bodenoberfläche sowie zum Nährstoffeintrag bei.

Die Datenverarbeitungsschritte innerhalb dieses Projekts, die hier näher beschrieben werden sollen, untergliedern sich in mehrere Bereiche. Als Projektgrundlage wurde eine

einheitliche Methodik zur Datenerfassung und Dateneingabe geschaffen, um so eine vergleichbare Basis an Geländedaten zu erhalten. Für die Datenanalyse wurde ein umfassendes GIS-System etabliert. Die im Projekt gesammelten Daten werden unter Hinzunahme von Grundlagendaten sowohl groß- als auch kleinräumig analysiert. Die Ergebnisse sollen in Form von interaktiv generierbaren Karten über Internet bereitgestellt werden.

Lage der Observatorien in Bezug zum Niederschlagsregime

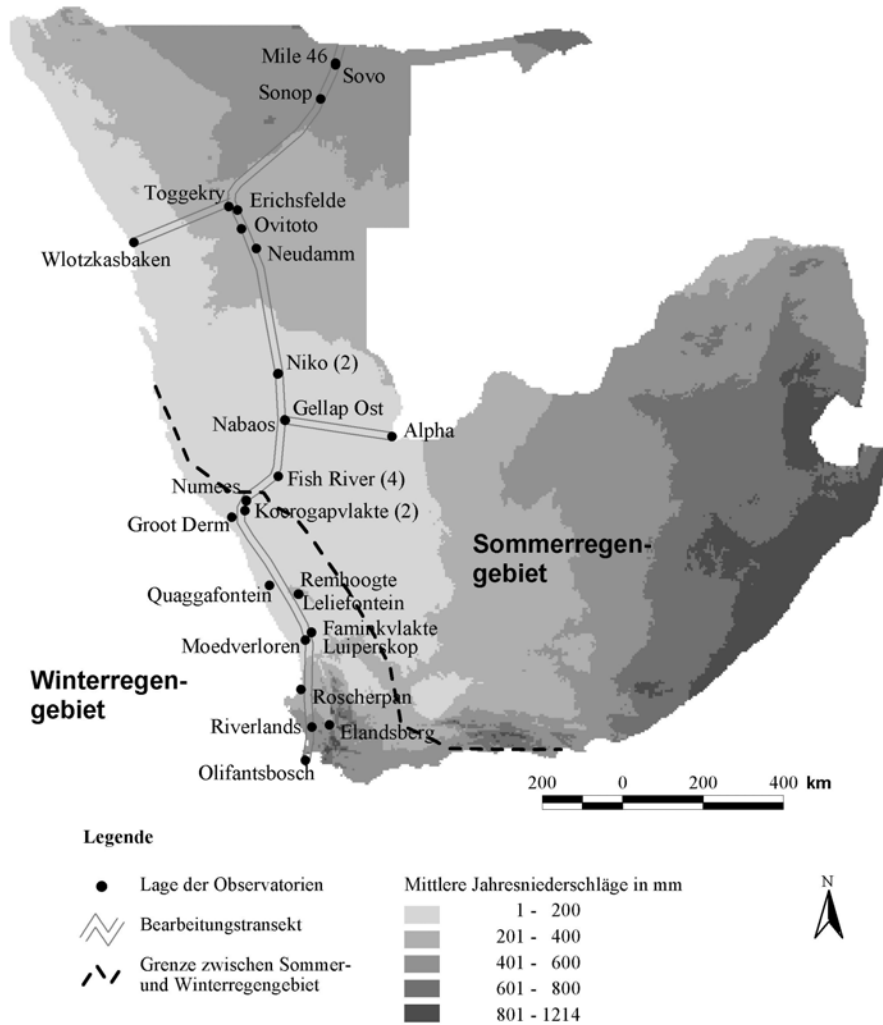


Abb. 1: Lage der Observatorien in Bezug zum Niederschlagsregime.

2 Etablierung einer Datenbank und Entwicklung einer Eingabe-Schnittstelle

In Abstimmung mit sämtlichen Teilprojekten von BIOTA Süd wurde ein weitgehend einheitliches Datenmodell für die Datenbank *BIOTAEcology* entworfen, das sich an der Methodik zur Erfassung der Geländedaten orientiert. Für das Datenmodell wurde ein hierarchischer Aufbau, bestehend aus vier Ebenen, gewählt, der den unterschiedlichen Flächenbezug der im Gelände erhobenen Daten widerspiegelt. Die oberste Ebene beinhaltet Daten, die sich auf das Observatorium als Einheit beziehen, wie eine Beschreibung der geographischen Lage, der Geomorphologie und des Vegetationstyps. Auf der darunter liegenden Ebene werden die innerhalb der Observatorien abgegrenzten Hektarplots durch eine Vielzahl geologischer, geographischer, geomorphologischer und floristischer Parameter charakterisiert. Die dritte Ebene beinhaltet Daten zu den jeweiligen Untersuchungsorten, die für räumliche Analysen und für die Standortcharakterisierung verwendet werden. Auf der vierten Ebene werden alle Daten zu den untersuchten und gesammelten Organismen sowie zur Untersuchungsmethodik erfasst. Die Auswahl und Klassifikation der auf den verschiedenen Ebenen zu erhebenden Parameter erfolgte in Anlehnung an die Methodik des Datenbank-Projekts SOTER (Global and National Soils and Terrain Digital Databases) der FAO (1995).

Die Dateneingabe in die Datenbank *BIOTAEcology* erfolgt über HTML-Datenzugriffseiten, die es ermöglichen, die erhobenen Daten über Internet in die zentrale Datenbank einzugeben und zu editieren. Der Zugriff auf die Datenbank wird über die Vergabe entsprechender Benutzerrechte geregelt.

3 Etablierung eines GIS-Systems und Schaffung einer Grundlage an Referenzdaten

Für die Arbeit im GIS-Bereich wurde eine vernetzte Softwareumgebung geschaffen, deren Grundlage die relationale Datenbank SQLServer darstellt. Als Analyse-Software wird ArcInfo eingesetzt, das über ein ArcSDE-Gateway an die Datenbank angebunden ist. Für die Bearbeitung von Rasterdaten wird Erdas Imagine verwendet. Die Bereitstellung der Ergebnisse in Form von interaktiv generierbaren Karten über das Internet soll mit Hilfe von ArcIMS realisiert werden.

Die für Analysezwecke beschaffte Grundlage an Referenzdaten läßt sich grob in die Gruppen der Fernerkundungsdaten und der thematischen Daten untergliedern (Tabelle 1). Die im Bereich der Fernerkundungsdaten vorliegenden Landsat 7-Daten decken den gesamten Transekt ab und liegen in zwei Zeitschnitten (Frühjahr und Herbst) vor, so dass sowohl Landschaftsformen als auch die Vegetationsentwicklung analysiert werden können. Für eine noch detailliertere Betrachtung der Observatorien stehen Luftbilder zur Verfügung. Als thematische Rasterdaten liegen klimatische Karten in einem 2 km-Raster vor, die einen guten generellen Überblick über die großklimatischen Verhältnisse geben. Weiterhin sind alle Observatorien mit einer Klimastation ausgestattet, die im Stundenrhythmus Mittelwerte aller wichtigen klimatischen Parameter aufzeichnen, die als Grundlage für die Erstellung neuer Klimakarten dienen. Diese Daten werden auch für

Analysezwecke herangezogen. Zu den Bodenverhältnisse und der Vegetation höherer Pflanzen liegen Übersichtskarten vor. Hierzu gibt es aber auch gesonderte Forschungsschwerpunkte innerhalb des BIOTA-Projekts, so dass hier noch mit detailliertem Datenmaterial zu rechnen ist.

Tab. 1: Datengrundlage

Fernerkundungsdaten	Thematische Daten	
	Raster	Vektor
NOAA-AVHRR	Niederschlag	Gewässer
Landsat 7 ETM	Temperatur	Straßen
Luftbilder	Bodenkarte	Siedlungen
	Höhenmodell	Polit. Grenzen
	Vegetationskarte	Topographische Karten

4 Datenanalyse

4.1 Analyse in Bezug auf verschiedene abiotische Faktoren

Da die Bestimmung der die Bodenkrusten aufbauenden Organismen sehr langwierig und meist erst nach deren Kultivierung möglich ist, liegen nach einem Projektzeitraum von 1,5 Jahren noch kaum definitive Analyseergebnisse vor. Daher soll hier der momentane Bearbeitungsstand aufgezeigt (Abbildung 2) und geplante Analysen aufgelistet werden. Zum aktuellen Zeitpunkt liegen von 19 der 33 Observatorien insgesamt 213 Proben vor. Hieraus wurden ca. 800 Grünalgen- und Cyanobakterienstämme kultiviert, die für eine weitere Art- bzw. Gattungsbestimmung zur Verfügung stehen. Bisher konnte das Vorkommen von 15 Cyanobakterien- und 23 Grünalpengattungen dokumentiert werden. Daraus ergibt sich eine vorläufige Zahl von bis zu 18 Gattungen pro Standort. Im Anschluss an die Datenerhebung sollen mit Hilfe von GIS-Analysen und statistischen Auswertungen die folgenden Fragestellungen in Bezug auf Biodiversität und Verbreitung biologischer Bodenkrusten untersucht werden:

- Zusammenhänge zwischen der Verbreitung biologischer Bodenkrusten und verschiedenen klimatischen Faktoren
- Abhängigkeit des Artenspektrums und der Artenvielfalt von verschiedenen Bodenparametern
- Abhängigkeiten der Artenvielfalt hinsichtlich des räumlichen Bezuges zu Landschaftselementen wie Gewässern, Abflussbahnen, Geländesenken und Höhenrücken
- Auswirkung von anthropogenem Nutzungsdruck auf die Zusammensetzung und Dichte biologischer Bodenkrusten
- Vorkommen von Artenclustern, die bevorzugt gemeinsam auftreten
- Abhängigkeit der die Artenvielfalt steuernden Parameter von der Wahl verschiedener räumlicher Skalen

Bearbeitungsstand der Observatorien

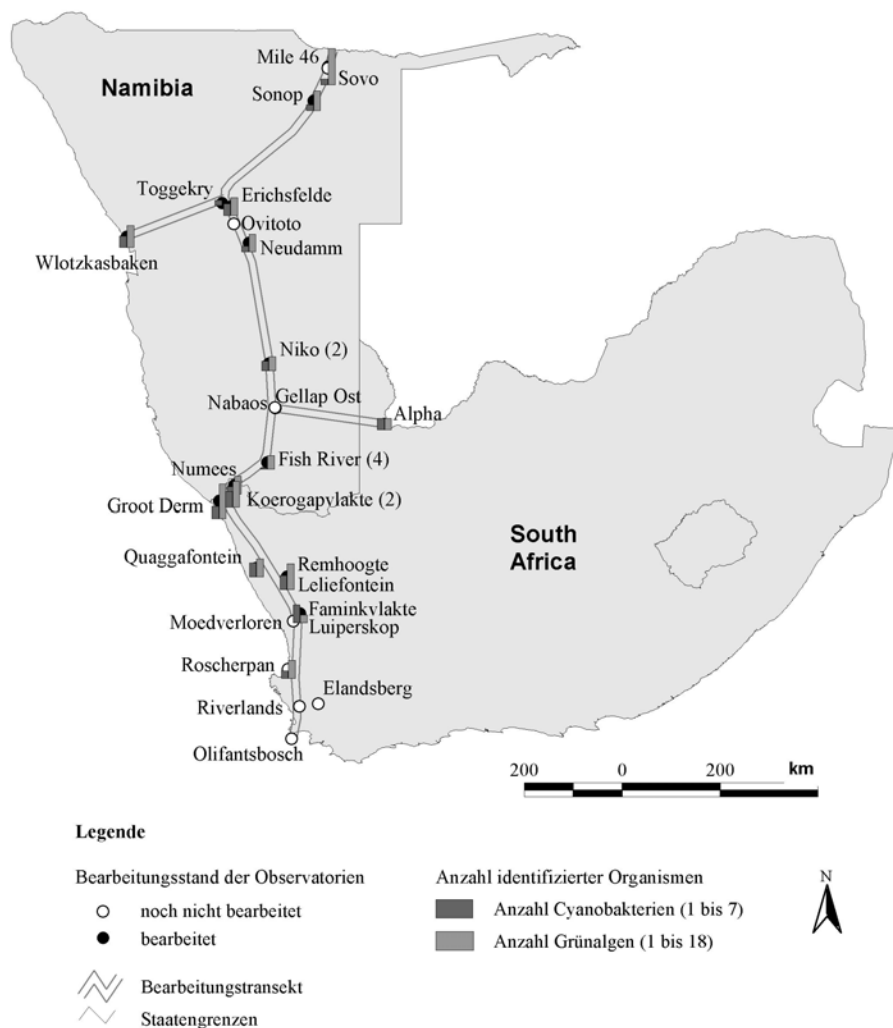


Abb. 2: Bearbeitungsstand der Observatorien.

4.2 Analyse von kleinräumigen Flechtenverteilungsmustern

So wie das großräumige, d.h. überregionale Vorkommen von Arten von verschiedenen Standortfaktoren abhängt, sind auch kleinräumige, lokale Verbreitungsmuster von Organismen nachweisbar. Schon vor längerer Zeit wurde beobachtet, dass auf Inselbergen vorkommende Flechten ein charakteristisches Verbreitungsmuster in Abhängigkeit von Wasserrinnen aufweisen (SCOTT, 1967, WESSELS & BÜDEL, 1989). Diese lokale Musterbildung wird nun anhand eines 3-D-Digitalisiergeräts (Flock of Birds, Ascension Technology) untersucht. In einem ersten Schritt wird die Geländeoberfläche entlang einer

Wasserrinne durch ein engmaschiges Netz von Messpunkten möglichst detailgetreu aufgenommen. In einem zweiten Schritt wird die Lage der vorkommenden Flechten markiert. Das Oberflächen-Messpunktenetz wird dazu verwendet um mittels Kriging ein Geländemodell zu erstellen. Die Positionen der einzelnen Flechtenthalli kann nun auf dieses Modell projiziert werden. Die relativen Feuchtebedingungen entlang der Gesteinsoberfläche sollen über eine Wasserabflussmodellierung ermittelt werden (Strobl, 1997), um so die Ansprüche der unterschiedlichen Organismenarten durch relative Befeuchtungszahlen ausdrücken zu können.

5 Diskussion

Die Datenverarbeitung innerhalb des hier beschriebenen BIOTA-Teilprojekts gliedert sich in mehrere große Bereiche, die zum momentanen Zeitpunkt unterschiedlich weit fortgeschritten sind. So ist das Design eines weitgehend einheitlichen Datenmodells abgeschlossen und in der Datenbank *BIOTAEcology* implementiert. Als Eingabeschnittstelle wurden Datenzugriffseiten programmiert, über die die Dateneingabe durch die Projektteilnehmer erfolgt.

Für die geplanten Analysen wurde ein GIS-System eingerichtet sowie eine umfassende Grundlage an Referenzdaten etabliert. Die Fernerkundungsdaten und thematischen Karten ermöglichen vielseitige Darstellungen und Analysen sobald ein ausreichender Bestand an Geländedaten vorliegt. Auf dieser Grundlage sollen verschiedene Fragestellungen bezüglich der Biodiversität und Verbreitungsmuster biologischer Krusten eingehend untersucht werden. Unter Anwendung eines 3-D-Digitalisiergeräts werden auch die kleinräumigen Verteilungsmuster saxikoler Flechten in Bezug auf die Topographie des Geländes untersucht, um so die Abhängigkeit einzelner Arten von einem spezifischen Wasserregime ableiten zu können.

6 Literatur

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (1995): *Global and national soils and terrain digital databases (SOTER)*. World Soil Resources Reports 74 Rev. 1.
- SCOTT, G.D. (1967): Studies of the lichen symbiosis: 3. The water relations of lichens on granite kopjes in Central Africa. *Lichenologist* 3 (3), S. 368-385.
- STROBL, J. (1997): *Abfluß auf Oberflächen*. In: Universitätslehrgang „Geographische Informationssysteme“ Modul 9: Räumliche Analysenmethoden I. Institut für Geographie der Universität Salzburg, S. 112-118.
- WESSELS, D.C.J. & BÜDEL, B. (1989): *A rock pool lichen community in Northern Transvaal, South Africa: Composition and distribution patterns*. *Lichenologist* 21 (3), S. 259-277.

Wir danken dem BmBF für die finanzielle Unterstützung dieses Forschungsprojekts, sowie K. Deutschewitz (Uni Kaiserslautern) für die technische Unterstützung.