

# Nutzung von Flora und Vegetation zur Bioindikation in Auen

Uwe Amarell, Stefan Klotz

## 1 Aufgabenstellung

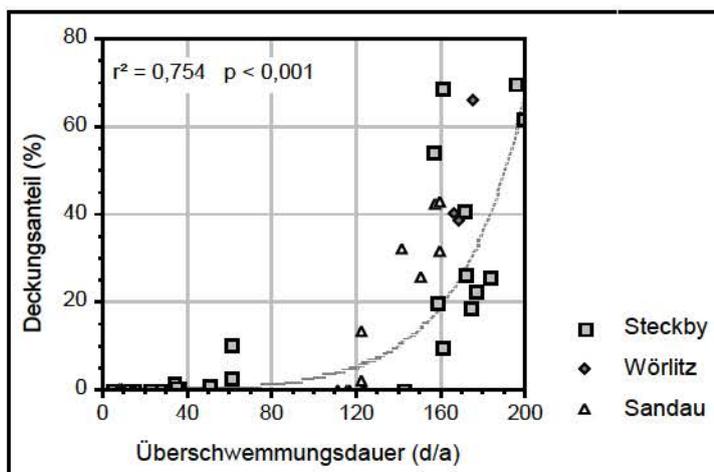
Die Vegetation der Auen ist durch eine Vielzahl von Arbeiten recht gut untersucht. Kenntnislücken gibt es vor allem hinsichtlich des Verhaltens von Arten und Lebensgemeinschaften gegenüber der Hydrodynamik, dem für Auensysteme gravierenden Standortfaktor. Besonderer Forschungsbedarf besteht beispielsweise bezüglich der Reaktionsnormen der wichtigen Auenarten hinsichtlich der Überschwemmungsdauer der Standorte.

Für das botanische Teilprojekt innerhalb des RIVA-Projektes bestand daher die Aufgabe, ein Indikationssystem auf der Basis floristischer und vegetationskundlicher Daten zu entwickeln und bereits bestehende Indikationssysteme hinsichtlich ihrer Eignung zur Beschreibung ökologischer Zusammenhänge in Auen zu testen.

## 2 Prüfung bestehender Indikationssysteme

Die Habitatsprüche der Pflanzen sind in vielen Fällen – schon aufgrund fehlender Mobilität – enger umgrenzt als die der Tiere und auch besser bekannt. So besteht für das ökologische Verhalten der höheren Pflanzen gegenüber der Bodenfeuchtigkeit ein recht gutes Indikationssystem – die Feuchtezahlen nach ELLENBERG ET AL. (1992), kombiniert mit Kennzeichnung des Feuchteregimes (Wechselfeuchte, Überschwemmung). Ein ähnliches Indikationssystem liegt von LONDO (1975) für die Niederlande vor. Beide Systeme wurden anhand der Daten des RIVA-Projektes mittels Regressionsanalyse hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit überprüft.

Die Feuchtezahlen ELLENBERGS (ELLENBERG ET AL. 1992), obgleich von ihm nicht für stark schwankende Grundwasserverhältnisse konzipiert, ergeben dennoch hochsignifikante und enge Zusammenhänge mit der relativen Geländehöhe (als Maß für Grundwasserflurabstand, Häufigkeit und Dauer von Überflutungsereignissen), die neue Anwendungsmöglichkeiten dieser Zeigerwerte erhoffen lassen. Auch der Anteil an Überschwemmungszeigern steht in enger und hochsignifikanter Beziehung zur Überschwemmungsdauer der Standorte.



Zwischen beiden Werten besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang (Spearman-Rangkorrelation:  $r^2 = 0,754$ ,  $p < 0,001$ ). Die Beziehung lässt sich mittels logistischer Regression beschreiben (Erklärungsanteil: 67,2 % der Devianz).

Die Feuchtetypen LONDOS (1975) zeichnen gleichfalls den Feuchtegradienten sehr gut nach, mit steigender Geländehöhe nimmt der Anteil der „Phreatophyten“ (Arten mit Bindung an den Grundwassereinfluss) ab, während „Aphreatophyten“ (Arten ohne Bindung an den

**Abb. 1.** Beziehung zwischen der Überschwemmungsdauer der Standorte (Mittelwert 1998/99) und dem Deckungsanteil der Überschwemmungszeiger nach ELLENBERG ET AL. (1992)

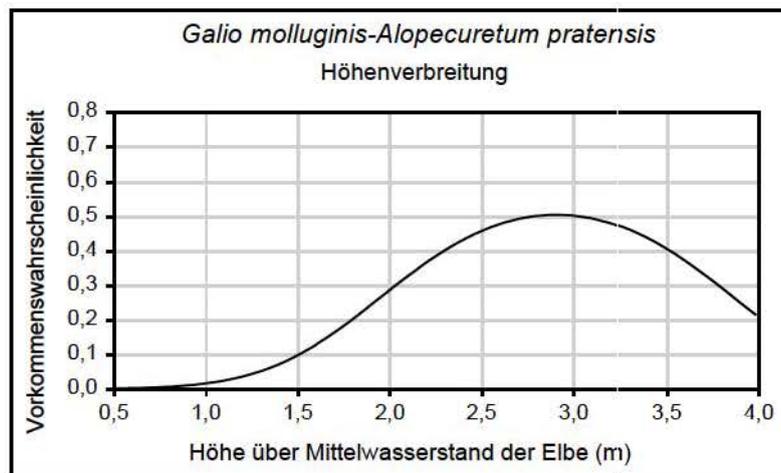
Grundwassereinfluss) diese ersetzen. Auch diese Zusammenhänge erweisen sich als signifikant (jeweils  $p < 0,001$ ).

Beide Systeme fußen auf empirischen Grundlagen, sind also grundsätzlich heuristisch. Die Erarbeitung des botanischen Indikationssystems innerhalb des RIVA-Projektes verfolgte dagegen einen anderen Weg. Sie beruht auf mathematischen Zusammenhängen zwischen abiotischen Messgrößen und biotischen Größen (z.B. Präsenz/Absenz-Daten ausgewählter Vegetationseinheiten und Arten).

### 3 Erarbeitung eines botanischen Indikationssystems

#### 3.1 Nutzung von Vegetationstypen zur Indikation in Auen

Es wurde in diesem Schritt nach einer Möglichkeit gesucht, Vegetationstypen zur Indikation zu nutzen. Als Basis dienten dabei die Vegetationskartierung im Maßstab 1: 2.000, die Bodenkartierung in gleichem Maßstab (Vortrag Rinklebe et al.) sowie das durch Befliegung gewonnene Höhenmodell (Vortrag Peter). Diese drei Parameter gingen in das GIS ein. Um einen statistisch auswertbaren Datensatz zu gewinnen, wurden 100.000 Zufallspunkte in die Untersuchungsgebiete gelegt und damit ein Datensatz erzeugt, der für jeden dieser Punkte die Vegetationseinheit, die zugehörige Einheit der Bodenkartierung und die Geländehöhe lieferte. Aus diesem Datensatz wurden alle Punkte ausgeschlossen, die Vegetationseinheiten bzw. Bodeneinheiten mit einer Präsenz unter 1 % enthielten. Mittels Korrespondenzanalyse konnten nun Beziehungen zwischen Vegetationstypen und Bodenformen aufgezeigt werden. Weiterhin diente eine bivariate logistische Regression (an je 10.000 Zufallspunkten der Untersuchungsgebiete Steckby und Wörlitz) zur Prüfung des aufgezeigten Zusammenhanges und des darüber hinaus gehenden Einflusses der Höhenlage auf das Vorkommen ausgewählter Pflanzengesellschaften.

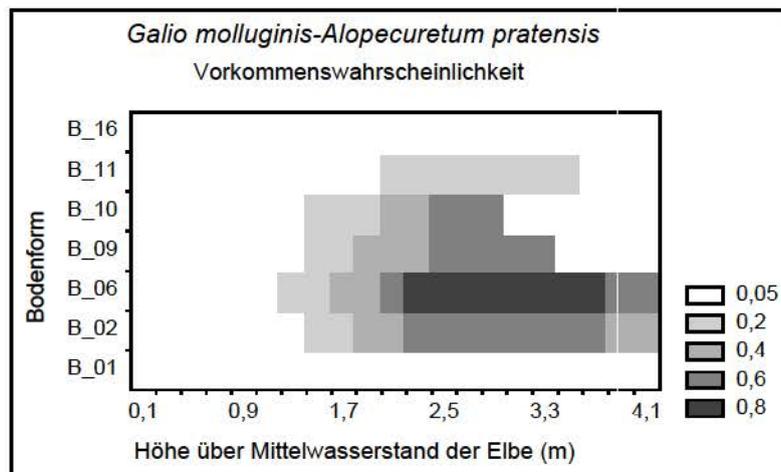


**Abb. 2.** Höhenverbreitung des *Galio molluginis-Alopecuretum pratensis* (univariates logistisches Regressionsmodell)

Am Beispiel des *Galio mollugini-Alopecuretum pratensis* (der Fuchsschwanz-Wiese) als häufigste Pflanzengesellschaft der beiden Untersuchungsgebiete werden die Methode und ihre Ergebnisse erläutert.

Die Gesellschaft ist charakteristisch für hochgelegene, selten überschwemmte Standorte und wird auf den trockensten Bereichen durch fragmentarische Glatthafer-Wiesen abgelöst, dies lässt sich durch ein univariates logistisches Regressionsmodell darstellen (Abb. 2). Ein bivariates logistisches Regressionsmodell verdeutlicht noch einen anderen Zusammenhang, die Bindung an bestimmte Bodenformen (Abb. 3). Es zeigt sich, dass das Vorkommen der genannten Gesellschaft hochsignifikant

( $p < 0,001$ ) durch die Bodenform bestimmt wird (Erklärungsanteil 35 % der Devianz), während die Geländehöhe einen zusätzlichen hochsignifikanten Einflussfaktor darstellt (zusätzlicher Erklärungsanteil 5 % der Devianz;  $p < 0,001$ ). Der Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgebieten erwies sich dagegen als nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Das Gesamtmodell ermöglicht nun eine Vorhersage der Vorkommenswahrscheinlichkeit der Gesellschaft in Abhängigkeit von Bodenform und Geländehöhe (Abb. 3). Die Genauigkeit des Modells wurde an weiteren 10.000 Zufallspunkten aus beiden Gebieten geprüft und erbrachte in 80 % der Fälle eine korrekte Lösung. Dies ermöglicht eine Prognose für eine durch Standortsveränderungen (z.B. Anhebung oder Absenkung des Elbewasserstands) hervorgerufene Vegetationsdynamik.

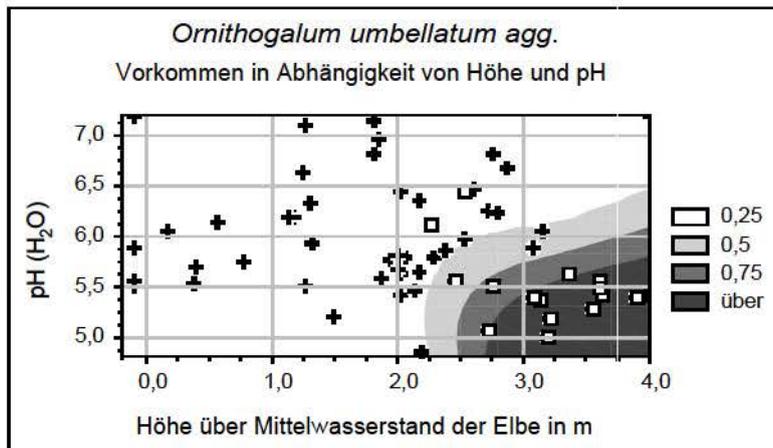


**Abb. 3.** Vorkommenswahrscheinlichkeit des *Galio molluginis-Alopecuretum pratensis* in Abhängigkeit von Bodenform und Geländehöhe (bivariates logistisches Regressionsmodell)

(Bodenformen: B\_01: Bodengesellschaft aus Sapropel und Rambla, B\_02: Paternia aus Auensand, B\_06: Vega aus Auenlehmsand bis Auensandlehm, B\_09: Gley-Vega aus Auenlehm, B\_10: Vega-Gley aus Auenlehm, B\_11: Auengley aus Auentonschluff bis Auenlehm, B\_16: Tschernitza aus Auenlehm)

### 3.2 Nutzung der Flora zur Indikation

Der Aufbau des floristischen Indikationssystems beruht auf den Erhebungen innerhalb der 60 Probe­flächen des RIVA-Projektes. Für die vorliegende Modellerstellung wurden ausschließlich Prä­senz/Absenz-Daten genutzt und die Aufnahmen aus allen Untersuchungszeiträumen zusammenge­fasst. Damit bestand auch hier die Möglichkeit, multivariate logistische Regressionen als statistische Methode zu nutzen. In die Untersuchung wurden alle Taxa einbezogen, die auf mindestens 10 Probe­flächen nachgewiesen wurden.



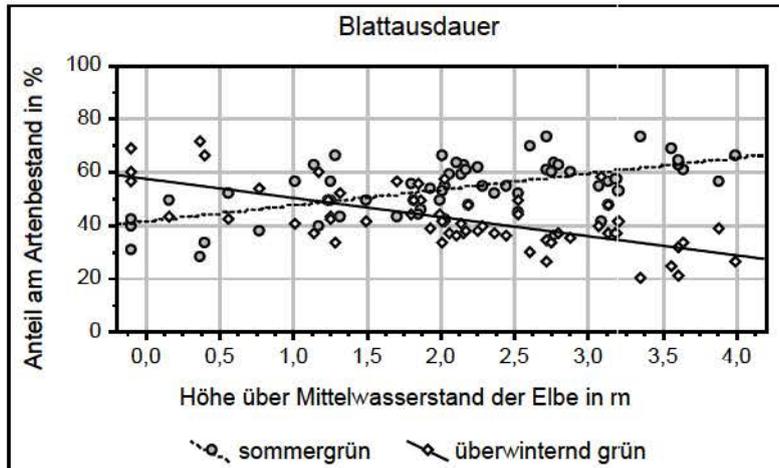
**Abb. 4.** Logistisches Regressionsmodell zur Prognose des Vorkommens von *Ornithogalum umbellatum* agg. in Abhängigkeit von Geländehöhe und pH-Wert als Beispiel für den bivariaten Parameterraum einer Indikatorart  
(Quadrate: Flächen mit *O. umbellatum* agg.; Kreuze: Flächen ohne *O. umbellatum* agg.)

Als Indikatoren für hydrologische Verhältnisse wurden daraus alle Taxa ausgewählt, für die die relative Geländehöhe als entscheidende Einflussgröße für das Verbreitungsbild erkannt wurde. So stehen 47 Taxa als Indikatoren zur Verfügung. Die logistische Regression ermöglichte nun die Abschätzung der zusätzlichen Einflüsse ausgewählter Bodenparameter (pH-Wert, Ct-Gehalt, Gehalte an Nitrat und pflanzenverfügbarem Phosphor, Sandanteil) auf das Verbreitungsbild. Für jedes Taxon kann damit eine Prognose der Vorkommenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von relativer Höhenlage und Bodenparametern erfolgen (vgl. Abb. 4). Auch dieses Modell ermöglicht Voraussagen über das Vorkommen der entsprechenden Taxa und Prognosen für die Auswirkung von Standortveränderungen.

### 3.3 Indikation mittels Strukturmerkmalen/ökologischen Merkmalen (Traits)

Ausgehend von der morphologischen Anpassung der Arten an das ökologische Umfeld sollte es möglich sein, Strukturmerkmale zu finden, die für bestimmte Umweltbedingungen charakteristisch sind. Dazu wurde eine Datenbank mit Struktur- bzw. ökologischen Merkmalen (Wuchshöhe, Blatttypen, Lebensdauer, Lebensformen, Speicherorgane, Spross- und Wurzelmetamorphosen etc.) zu allen im Projekt erfassten Arten erstellt. Diese Datenbank bildete mit den Geländeerfassungen auf den Probestellen die Basis für die Auswertung. Im ersten Schritt wurden für jede Probestelle mit der Flächenbedeckung der Arten gewichtete (quantitative) und ungewichtete (qualitative) Anteile errechnet. Die Anteile können dann gegen die abiotischen Messgrößen (z.B. Geländehöhe) aufgetragen und mittels multipler Regression statistische Beziehungen aufgedeckt werden.

Als Beispiel soll das Merkmal „Blattausdauer“ dienen. Es zeigte sich, dass in den tiefer gelegenen, feuchteren und häufiger überstauten Bereichen überwiegend grüne Arten gegenüber den sommergrünen Arten dominieren, während sich mit steigender Geländehöhe das Verhältnis umkehrt (Abb. 5). Die Ursache kann im feuchteabhängigen Lokalklima der Standorte vermutet werden, jedoch bestehen gerade hinsichtlich der ökologischen Deutung Art übergreifender Merkmale erhebliche Kenntnislücken.



**Abb. 5.** Beziehung des Merkmals „Blattausdauer“ (nach ELLENBERG 1979 und FRANK UND KLOTZ 1990) zur Geländehöhe (Spearman-Rangkorrelation: jeweils  $p < 0,001$ )

Die vorgestellten Ergebnisse stellen beispielhaft Methoden und Grundinhalte des botanischen Teilprojektes innerhalb des RIVA-Projektes dar. Die vorliegenden statistisch abgesicherten Zusammenhänge bilden die Basis eines komplexen Bioindikationssystems, dessen Eignung anhand weiterer Untersuchungen, auch über den lokalen Rahmen hinaus, zu prüfen ist.

## Literatur

- ELLENBERG, H. (1979) Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1992) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. Scripta Geobotanica 17
- FRANK, D., KLOTZ, S. (1990) Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Aufl. Wiss. Beitr. Martin-Luther- Univ. Halle-Witt. 32 = P41
- LONDO, G. (1975) Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer Leersum

# **Indikation in Auen**

*Präsentation der Ergebnisse*  
**aus dem RIVA-Projekt**

Mathias Scholz, Sabine Stab, Klaus Henle (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Projektbereich Naturnahe Landschaften und Ländliche Räume

Das dem Bericht zugrunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF, Projektträger BEO) unter dem Förderkennzeichen 0339579 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge liegt bei den Autoren.