

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	24	173-200	St. Pölten 2013
--	----	---------	-----------------

## **Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich – Auswertung des BOKU-Herbariums als Zeitzeuge**

Alexandra Grass, Karl-Georg Bernhardt, Karin Tremetsberger,  
Reinhard Hössinger, Nora Stoeckl

### **Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wird gezeigt, wie mit Hilfe von historischen Herbarbelegen Aussagen über den Rückgang von heimischen Arten und deren Lebensräumen getroffen werden können, und wie diese Beobachtungen mit bestimmten historischen Ereignissen korrelieren. Als Ergebnis ließ sich für einige Lebensräume (v.a. Gewässer und feuchte Wiesen) eine eindeutige Abnahme dieser Standorte nachweisen. Diese lässt sich auf den Zeitpunkt der Donauregulierung zurückführen. Ebenso ließ sich bei der Analyse der heute als „gefährdet“ eingestuften Arten im Beobachtungszeitraum (1830-2007) ein Rückgang feststellen. Datengrundlage für diese Arbeit waren die digitalisierten Belege des BOKU-Herbars (Universität für Bodenkultur Wien), die sich dem Pannonikum im östlichen Niederösterreich zuordnen ließen. Ausgehend von den ersten Belegen (aus dem Jahr 1830), die einen historischen Rückblick erlauben, und aktuellen Belegen (2007) wurde mit Hilfe statistischer Methoden (multiple Regression, allgemeines lineares Modell) der gesamte Datensatz (N=6.446 Belege) analysiert. Damit wurde für die Analyse eine neue Vorgehensweise entwickelt, die auch in Zukunft für größere Herbarien in digitaler Form geeignet ist.

### **Abstract**

Change in species diversity in the eastern part of Lower Austria (Pannonian region):  
The BOKU herbarium as a witness.

By dint of historical herbarium samples, this thesis shows how the retreat of indigenous species and habitats can be predicated, and how those findings correlate with certain historical events. As a result, a significant decrease was detected in some habitats (above all water bodies and humid meadows). It correlates with the time of Danube regulation. Furthermore, a retreat of today's "endangered" species was asserted during the observation period (1830-2007). This paper is based on digital herbarium samples of the BOKU herbarium (University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna) which could be assigned to the Pannonian region in eastern Lower Austria. The complete dataset (N=6,446 samples) was analyzed with the aid of statistical methods (multiple regression, general linear model), from the first herbarium samples

(of 1830) to the present (to 2007). In doing so, a new modus operandi for analysis was developed. It can be used as a method for major digital herbaria in future.

**Key words:** BOKU herbarium, Lower Austria, Pannonikum, xerotherm vegetation, multiple regression, general linear model

### Einleitung

Fortlaufender Bestandsrückgang, Arealrückgang und Fragmentierung von Lebensräumen sowie das Verschwinden von Arten haben als Folge tiefgreifender Veränderungen der Kulturlandschaft (Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft, hoher technischer Einsatz, hoher Industrialisierungsgrad) und des hohen Grads an Siedlungstätigkeit beunruhigende Ausmaße angenommen. Durch den unwiederbringlichen Verlust an Arten, komplexen Ökosystemen und genetischer Vielfalt (z. B. die Reduktion an Individuen) gehen künftige Entwicklungsmöglichkeiten verloren (NIKL FELD 1999).

Den „Gegenpol“ zur Artenverarmung stellt die Einwanderung oder Einfuhr fremdländischer Arten dar, von denen sich aber einige als problematische Arten für die heimische Fauna und Flora herausgestellt haben. Diese Vorgänge, Verlust an Arten und Lebensräumen und das Einbringen fremder Arten, finden weltweit mit rasender Geschwindigkeit statt (KOWARIK 2003, LAPIN & BERNHARDT 2013).

Am Beispiel des Herbariums der Universität für Bodenkultur (WHB) sollen die Belege und ihre Funddaten ausgewertet werden. In jüngster Zeit werden immer häufiger Herbarien ausgewertet, zu Fragen der Veränderungen von Biodiversität, Gefährdungsursachen und auch Klimaveränderungen (FUNK 2003, DRESSLER et al. 2010, PANCHEN et al. 2012, CHONG et al. 2012). Der Schwerpunkt dieser Auswertung sind die Veränderungen in der Flora des pannonischen Niederösterreich in den vergangenen 180 Jahren.

Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden: Gab es eine Abnahme heimischer Arten und kam es zu einer Zunahme bzw. Einwanderung fremdländischer Arten? Kann anhand der historischen Belege ein Landschafts- und Strukturwandel festgestellt werden? Was sagen diese Veränderungen hinsichtlich des Gefährdungsgrades von heimischen Arten aus? Wir gehen von den Hypothesen aus, dass die heimischen Arten im untersuchten Zeitraum abnahmen, das Einwandern fremdländischer Arten zunahm und dass im Speziellen die Feuchtgebietsstandorte aufgrund der Donauregulierung 1870-1875 abgenommen haben. Des Weiteren stellen wir die Hypothesen auf, dass durch die Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzung (z. B. Intensivierung durch den Einsatz von künstlichen Mineraldüngern) im Laufe der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts Ackerbeikräuter schwanden und dass vom Menschen beeinflusste Standorte, Ruderal- und Segetalstandorte, im Untersuchungszeitraum zugenommen haben.

## Untersuchungsgebiet

### Das Pannonikum in Niederösterreich

Die pannonische Florenregion bezeichnet das Gebiet der Ungarischen Tiefebene mit angrenzenden Teilen von Serbien, Rumänien, der Slowakei, Tschechien und Österreich. Das Pannonikum ist also eine Großlandschaft mit westlicher Ausdehnung im Osten Österreichs (SCHRATT-EHRENDORFER 2008).

Die Grenzen liegen hier im Nordwesten am Rande des Wald- und Weinviertels; im Südwesten greift das Pannonikum ins Kamptal und die wärmeren Teile der Wachau ein. Über St. Pölten und das Tullnerfeld, entlang des östlichen Wiener Waldes und Alpenostrandes, erstreckt es sich schließlich im Süden über die Thermenlinie bis etwa Gloggnitz und wird durch die östlichen Ausläufer der Zentralalpen (Bucklige Welt, Rosaliengebirge und Ödenburger Gebirge) begrenzt (NIKLFIELD 1993, SAUBERER & DULLINGER 2008). In nach Osten hin offene Täler können pannonische Florenelemente mehr oder weniger weit eindringen, so z. B. entlang des Wienflusses oder der Triesting (FISCHER 2004).

Vertikal erstreckt sich das Pannonikum ausgehend von der planaren Stufe (118-300 m über dem Meeresspiegel) bis in die montane Stufe (450-1000 m Seehöhe, gliedert in sub-, unter- und obermontan). Typische Elemente in den Niederungen sind die Steppenrasen und Salzsteppen des Wiener Beckens oder die Auen von March und Leitha (FISCHER 2004). In der collinen Stufe (300-400, zum Teil bis 500 m Seehöhe) herrschen Arten des pontisch-pannonischen Florenbezirks vor und werden durch illyrisch-submediterrane Arten bereichert. Es überwiegen trocken-warme Eichen-, Eschen- und Hainbuchenwälder und lichtetes Buschwerk. Der Alpenostrand mit seinem Schwarzföhrengürtel liegt größtenteils in dieser Stufe (FISCHER 2004). In jenen Bereichen des Pannonikums, die an westliche Naturräume grenzen (z. B. östliches Waldviertel, Horner Becken, niederösterreichisches Alpenvorland), reichen Trauben-, Stieleichen- und Hainbuchenkomplex bis in die montane Stufe (NIKLFIELD 1993). Zu dieser Stufe zählen auch die Vorberge von Bad Fischau, die Osthänge der Hohen Wand, die Leiser Berge und die Hainburger Berge. Hier finden sich neben mitteleuropäischen Arten noch einzelne Elemente des Pannonikums (FISCHER 2004). Für die submontane Stufe, die nach NIKLFELD (1993) außerhalb des pannonischen Gebietes liegt, aber dennoch pannonische Elemente beherbergt, sind Traubeneichen-, Stieleichen-, Hainbuchen- und Rotbuchenwälder sowie Schwarzföhrenwälder charakteristisch.

Das pannonische Klima ist im Vergleich zum Rest Österreichs wesentlich trockener und heißer, niederschlagsarm, mit hohen Sommer- und tiefen Wintertemperaturen. Die

Jahresmitteltemperaturen liegen bei 8 bis 10 °C. Die geringen Jahresniederschläge belaufen sich im Mittel auf 500–600 mm, im westlichen Bereich liegen diese mit 800 mm pro Jahr höher als im östlichen Raum (WIESBAUER et al. 1997, FINK 1993, SAUBERER & DULLINGER 2008). Eine die Austrocknung verstärkende Wirkung haben kontinentale Südostwinde, die im Sommer heiße und trockene Luftmassen heranbringen (FINK 1993, KUSEL 2006, SAUBERER & DULLINGER 2008). Im pannonischen Niederösterreich kommt es allerdings zu keiner klimatisch bedingten Steppenbildung, da die kontinentalen Bedingungen durch den atlantischen Einfluss abgeschwächt werden. Die Entwicklung der Steppen hat hier edaphische Ursachen (WENDELBERGER 2004).

## **Methode**

### **Datenerhebung**

Die Datenbasis für unsere Fragestellungen entstammt dem BOKU-Herbarium. Es umfasst etwa 59.000 Belege (Stand Juni 2013). Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise findet sich in LIHRA et al. (2013).

Die Abfrage der Datenbank unter dem Schlagwort Niederösterreich ergab eine Datenausgangsbasis von 10.419 Belegen für Niederösterreich. Davon konnten 6.655 dem Pannonikum zugeordnet werden. Als Grundlage für diese Einteilung diente die Karte des Pannonikums von NIKLFELD (1964), die über die ÖK 1:800.000 des Schulatlas (MAYER 1991) gelegt wurde, um die Grenzen des Pannonikums darzustellen. Die Nomenklatur der Pflanzenarten richtet sich nach FISCHER et al. (2008).

### **Analyseverfahren**

Zunächst wurde der gesamte Datensatz um Doppel- und Mehrfachbelege einer Art innerhalb eines Jahres bereinigt. Dieser bereinigte Datensatz mit nunmehr 6.446 Belegen wurde einer zweistufigen statistischen Analyse (Software SPSS) entsprechend dem Auswerteschema in Abb. 1 unterzogen. Für die Analyse wurden jedem Beleg verschiedene Merkmale (z. B. das Vorkommen in einem bestimmten Lebensraum) zugewiesen. Die Merkmale wurden als Dummy-Variablen kodiert. Sie nehmen den Wert 1 an, wenn das Merkmal zutrifft (Art kommt in bestimmtem Lebensraum vor), bzw. den Wert 0, wenn das Merkmal nicht zutrifft (Art kommt in bestimmtem Lebensraum nicht vor). Die Information über das Vorkommen in bestimmten Lebensräumen wurde FISCHER et al. (2008) entnommen. Als weitere Merkmale wurden Gefährdung entsprechend der „Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs“ (NIKLFELD 1999) sowie Status (einheimisch oder neophytisch) als weitere Dummy-Variablen kodiert.

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 177

In Stufe 1 wurde auf einen linearen Trend (Zu- oder Abnahme) im Beobachtungszeitraum getestet. Dazu wurde zunächst eine einfache lineare Regression mit dem Sammeljahr der Belege als Regressor durchgeführt. Sie liefert als Ergebnis eine lineare Regressionsfunktion der Form

$$\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 * x_i$$

$\hat{y}_i$  beschreibt den Erwartungswert von  $y_i$ , (= Merkmalsausprägung z.B. Lebensraum Gewässer) und wird mit Hilfe der Regressionsfunktion berechnet.  $\hat{y}_i$  sollte vom Beobachtungswert bzw. der zu erklärenden Variable oder auch abhängigen Variable  $y_i$  nicht sehr stark abweichen ( $y_i$ = Merkmalsausprägung z.B. Lebensraum Gewässer, Abb.2).  $x_i$  ist die erklärende Variable und wird auch als unabhängige Variable, Kovariable oder Regressor bezeichnet. Sie spiegelt den Einfluss auf die zu erklärende Variable  $y_i$  wider ( $x_i$ = Sammeljahre der Belege).  $\beta_0$  und  $\beta_1$  sind Regressionskoeffizienten der Regressionsgeraden und werden aus der Summe der kleinsten Quadrate von  $y_i$  und  $x_i$  er-

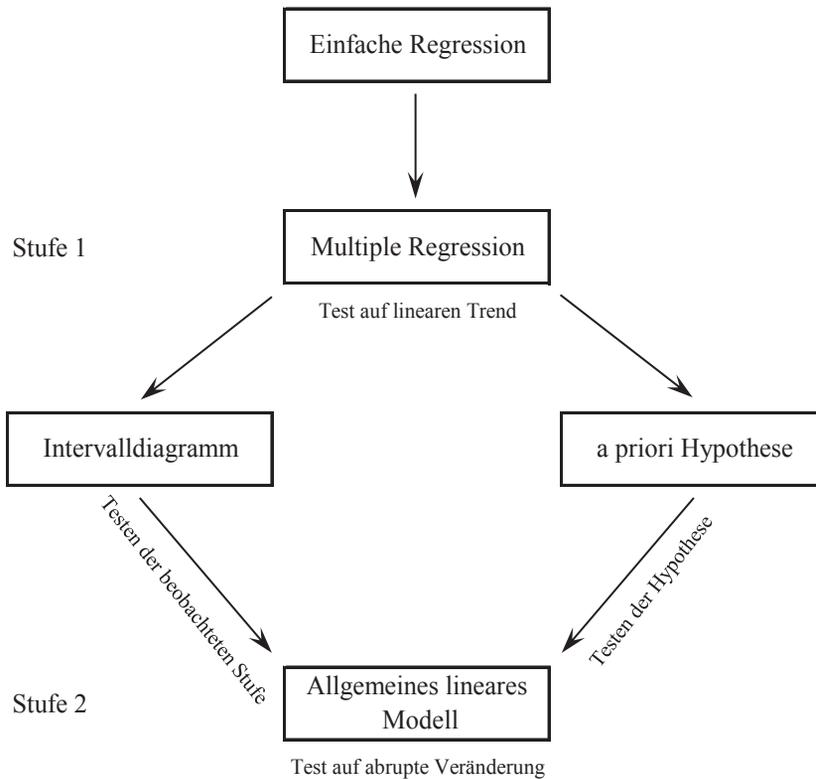


Abb. 1: Flussdiagramm des Auswerteschemas

mittelt.  $\beta_1$  beschreibt als Steigung der Regressionsgeraden die durchschnittliche Zu- oder Abnahme der abhängigen Variablen (z. B. des Neophytenanteils in den gesammelten Belegen), wenn die unabhängige Variable (Sammeljahr) um eine Einheit zunimmt. Um statistisch bedeutsame Trends von bloßen Zufallsschwankungen zu unterscheiden, wird in SPSS standardmäßig ein Signifikanztest für die Regressionsfunktion insgesamt und für jeden geschätzten Parameter durchgeführt. Am wichtigsten ist der Signifikanztest des Parameters  $\beta_1$ . Er liefert als Ergebnis die Wahrscheinlichkeit für eine irrtümliche Ablehnung der Nullhypothese: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich der beobachtete Trend lediglich aufgrund von zufälligen Schwankungen in der Sammeltätigkeit ergeben hat, obwohl in Wirklichkeit (in der Grundgesamtheit) gar kein zeitlicher Trend vorliegt? Sie wird als Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  bezeichnet ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

Die einfache Regression berücksichtigt aber nicht die Sammlereffekte, also Verzerrungen, die sich durch einseitige Sammeltätigkeit (Sammler, die bestimmte Pflanzen oder Lebensräume bevorzugt besammelten) ergeben. Mit Hilfe der multiplen linearen Regression ( $\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 * x_{i1} + \beta_2 * x_{i2} + \dots + \beta_k * x_{ik}$ ) können mehrere unabhängige Variablen gleichzeitig in der Regressionsanalyse einbezogen und dadurch Sammlereffekte in der Trendschätzung berücksichtigt werden. Als abhängige Variable diene, wie bei der einfachen Regression, die zu testende Variable (z. B. Lebensraum Gewässer; Abb. 3).

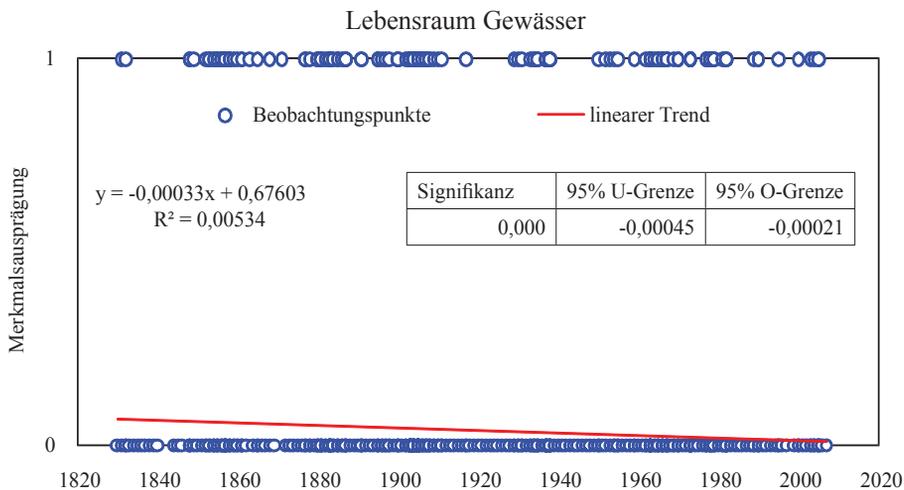


Abb. 2: Einfache Regression, mit der abhängigen Variable auf der Y-Achse (die Merkmalsausprägung Lebensraum Gewässer) und der unabhängige Variable (Sammeljahr) auf der X-Achse. Die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  liegt hier weit unter 0,05; das bedeutet, dass die absteigende Trendlinie (Abnahme des Anteils der gesammelten Belege von Arten aus dem Lebensraum Gewässer) signifikant ist. Daraus lässt sich schließen, dass der Lebensraum Gewässer im Beobachtungszeitraum abgenommen hat, allerdings sind bei der einfachen Regression Sammlereffekte nicht berücksichtigt.

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 179

Das Modell der multiplen Regression wurde mit zwei Verfahren, dem schrittweisen Verfahren und dem Einschlussverfahren, berechnet. Alle abhängigen Variablen (also die zu testenden Variablen) wurden in einem ersten Schritt mit dem schrittweisen Verfahren der multiplen Regression berechnet. Bei Herausfallen des Sammeldatums aus dem Modell wurde die Berechnung mit dem Einschlussverfahren der multiplen Regression wiederholt. Als unabhängige Variable dienten dabei das Sammeldatum und jene Sammler, die im schrittweisen Verfahren der multiplen Regression als signifikante Sammler hervorgingen. Die abhängige Variable war die zu testende Variable aus dem schrittweisen Verfahren. Die Ergebnisse wurden in einem Intervalldiagramm graphisch dargestellt.

Das Intervalldiagramm der multiplen Regression (Abb. 4) ist in Fünfjahresintervalle gegliedert und zeigt auf der Y-Achse (Ordinate) die Mittelwerte der Merkmalsausprägung (bzw. die Mittelwerte der abhängigen Variable, z. B. Lebensraum Gewässer; Abb. 3) und auf der X-Achse (Abszisse) das Sammeldatum. Die lineare Trendlinie spiegelt den linearen Trend der multiplen Regression wider.

In Stufe 2 der Analyse wurde auf eine abrupte Veränderung im Beobachtungszeitraum getestet. So können stufige Veränderungen, die aus den Intervalldiagrammen ersichtlich sind, oder aus den eingangs formulierten (a priori) Hypothesen mit dem allgemeinen linearen Modell (ALM) getestet werden (siehe Abb. 4; das Intervalldiagramm mit einer Intervallgröße von fünf Jahren zeigt eine Stufe, die mit der Donauregulierung

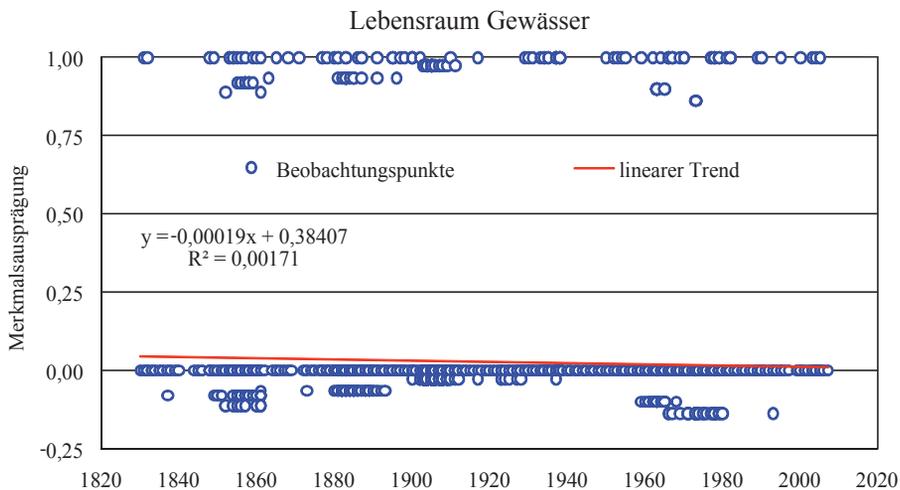


Abb. 3: Die multiple Regression schließt die Sammlereffekte mit ein (abhängige Variable Merkmalsausprägung Lebensraum Gewässer, unabhängige Variable Sammeldatum). Durch das Herausrechnen der Sammlereffekte bekommen Belege von Sammlern, die überdurchschnittlich häufig Arten aus dem Lebensraum Gewässer gesammelt haben, Abschlüge. Auch hier ist eine absteigende Trendlinie mit  $\alpha < 0,05$  zu sehen. Die Signifikanz bleibt für das Merkmal „Lebensraum Gewässer“ auch nach Herausrechnen der Sammlereffekte hoch. Daraus lässt sich schließen, dass der Lebensraum Gewässer im betrachteten Zeitraum abgenommen hat.

einhergeht). In das allgemeine lineare Modell flossen als abhängige Variable die zu testende Variable (z.B. die Lebensräume) und die festen Faktoren ein. Die festen Faktoren waren jene Sammler, die sich bei der multiplen Regression als signifikante Sammler herausgestellt haben, und die Gruppenvariable. Die Gruppenvariable ist eine weitere Dummy-Variable. Für Belege mit einem Sammeldatum vor einem bestimmten Ereignis (z.B. Donauregulierung 1875) nimmt sie den Wert 0 an, für Belege mit einem Sammeldatum nach einem bestimmten Ereignis den Wert 1. Die signifikanten Sammler als auch die Gruppenvariable gingen als Haupteffekte in die Berechnung ein. Wenn sich einer der festen Faktoren (Sammler) als nicht signifikant im allgemeinen linearen Modell herausstellte, wurde die Berechnung wiederholt. Dabei wurde derjenige Sammler, der keine Signifikanz zeigte, aus der Berechnung herausgenommen. Dies wurde solange wiederholt, bis alle Sammlerfaktoren signifikant waren. Bei Herausfallen der Gruppenvariablen (Signifikanz über 0,05) wurde die Berechnung nicht mehr wiederholt und es konnte davon ausgegangen werden, dass die Daten keine signifikante abrupte Veränderung zum getesteten Zeitpunkt zeigten.

Wenn zu einem bestimmten Merkmal keine a priori Hypothese formuliert worden war, so musste explorativ analysiert werden. Ließ das Intervalldiagramm (Abb.4) eine abrupte Veränderung zu einem bestimmten Zeitpunkt vermuten, so erfolgte der Berechnungs- und Interpretationsvorgang auf dieselbe Weise, wie oben beschrieben.

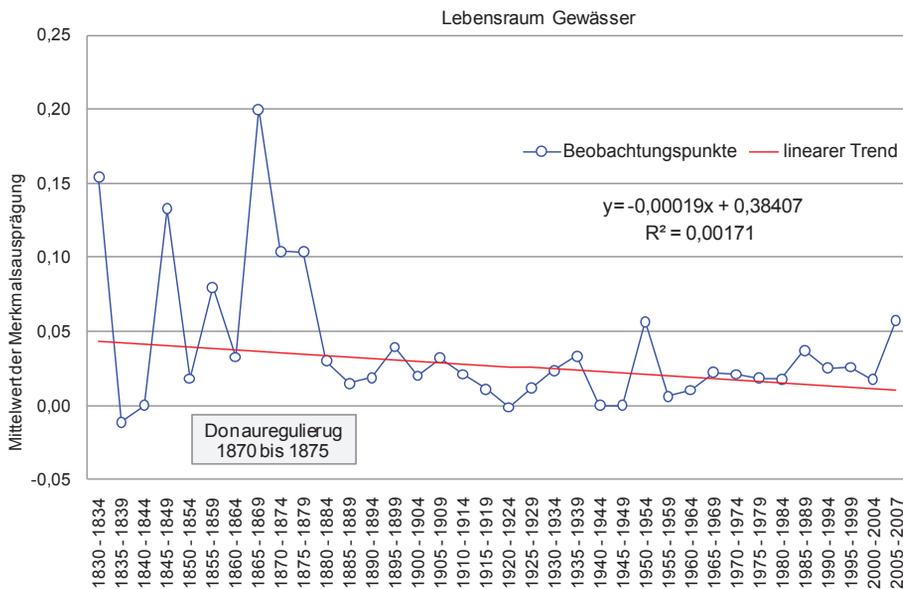


Abb. 4: Das Intervalldiagramm zeigt hier deutlich einen Sprung ab 1875.

## Ergebnisse

### Zusammenhang zwischen der Anzahl an Belegen und der Anzahl an Arten

Eine Frage, die sich bei der Arbeit mit den Herbarbelegen immer wieder stellte, war, ob es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Belege und der Anzahl der Arten gibt. Wie Abb.5 zeigt, schwankt die Intensität der Sammeltätigkeit im betrachteten Zeitraum (1830-2007), was womöglich auf einen Zusammenhang mit historischen Ereignissen schließen lässt. Ein weiterer Effekt ist, dass mit steigender Anzahl an Belegen auch die Anzahl der Arten zunimmt (Abb.6). Beide Abbildungen zeigen eine hohe Signifikanz des Zusammenhangs zwischen der Anzahl an Belegen und der Anzahl an Arten. Daraus ergab sich die Frage, wer die engagiertesten Sammlerinnen und Sammler im östlichen Niederösterreich waren.

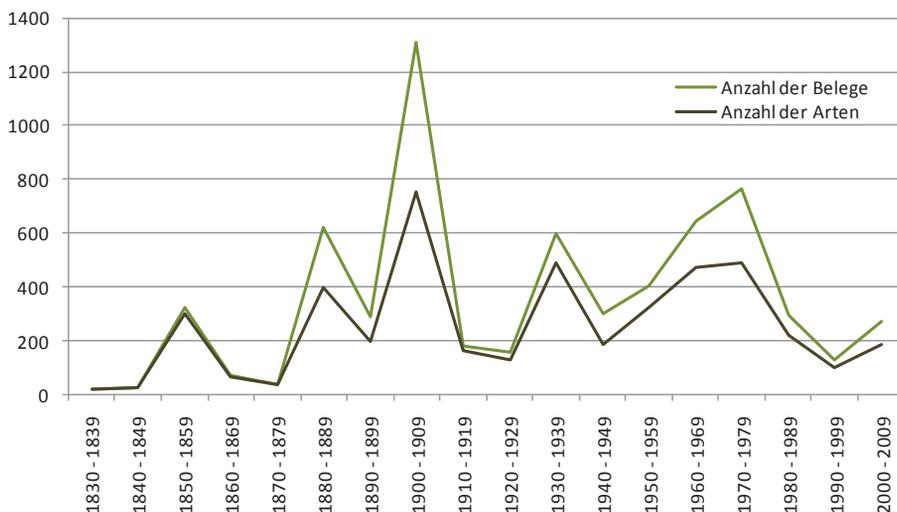


Abb. 5: Der Vergleich der Anzahl an Belegen mit der Anzahl an Arten in einem Intervall von zehn Jahren über den gesamten Beobachtungsbereich zeigt eine hohe Korrelation zwischen diesen beiden Parametern.

In Abb.7 sind jene Sammlerinnen und Sammler dargestellt, die sich als für das Pannonikum am bedeutensten herauskristallisierten. Auffallend zeigt sich in der Graphik, dass besonders ein Sammler, Fürst P., mit 1037 gesammelten Belegen großes Interesse an der pannonischen Flora zeigte. Auf Fürst P. folgen Zukrigl K. (Professor i. R. an der Universität für Bodenkultur in Wien; 619 Belege), Holzner W. (emeritierter Professor an der Universität für Bodenkultur; 434 Belege), Kuebler K. (380 Belege), Laimböck

K. (304 Belege) sowie Rottenburg W., Wilhelm K., Scharfetter E., Hübl E. und Vuezl W. (jeweils mit weniger als 300 Belegen). Auf 272 Belegen war kein Sammlername angegeben oder es handelt sich um Sammler mit weniger als zehn Sammelobjekten.

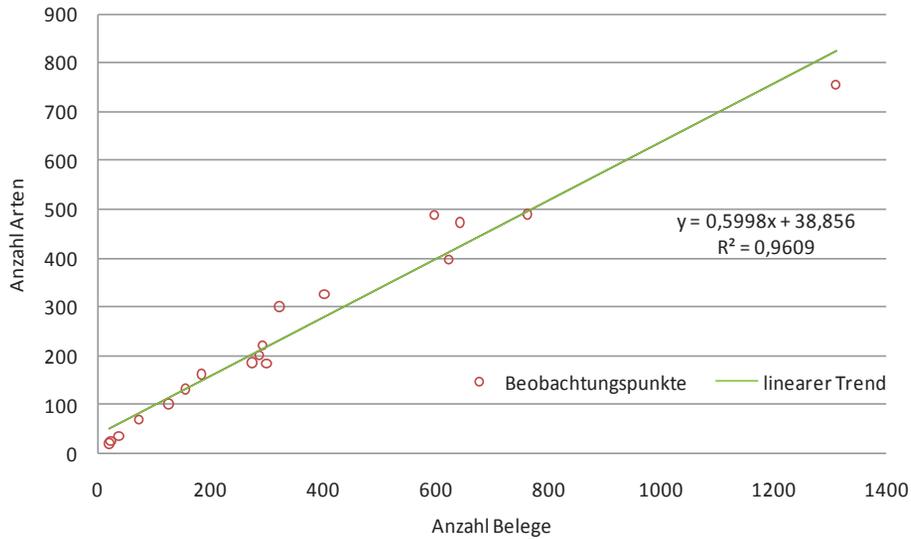


Abb. 6: Die steigende Trendlinie der einfachen Regression zeigt eine signifikante Bindung. Mit steigender Anzahl der Belege nimmt auch die Anzahl der Arten zu.

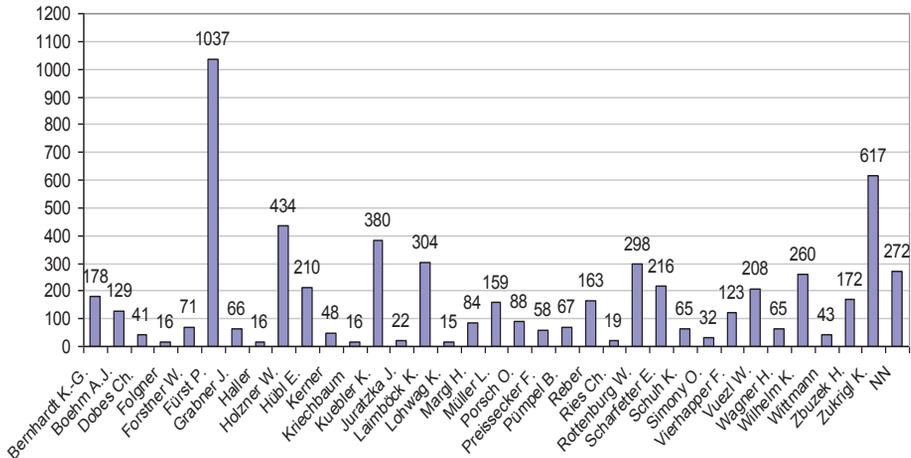


Abb. 7: Die bedeutendsten Sammlerinnen und Sammler des Pannonikums.

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 183

Bei der Betrachtung von Abb. 5 lässt sich auch sehr deutlich die Sammeltätigkeit ablesen und mit historischen Ereignissen vergleichen. Die BOKU entstand im Jahre 1873, doch schon vor ihrem Bestehen war eine Lehrkanzel für Botanik, deren Vorstand Prof. Anton Boehm war, ins Leben gerufen worden. Aus seiner Sammeltätigkeit stammen einige der ersten Belege (erste Belege aus dem Pannonikum 1830) für das BOKU-Herbar (SCHARFETTER & BERNHARDT 2002). Seine Sammeltätigkeit an Exemplaren aus dem Pannonikum reicht bis in das Jahr 1861. Dies ist durch einen Peak in Abb. 5 gekennzeichnet (der Anstieg von 1840-1860 mit einem Höhepunkt in den 1850er Jahren). Danach ist ein Absinken der Sammeltätigkeit zu verzeichnen. Sehr deutlich geht aus der Graphik hervor, dass die Linien der Belege und jene der Arten beinahe ident verlaufen. Die Sammeltätigkeit beschränkte sich hier auf ca. einen bis max. zwei Belege pro Art (an keiner anderen Stelle des Betrachtungszeitraums kommen sich diese Linien so nahe). Erst 20 Jahre später ist wieder ein Peak zu erkennen und obwohl die Anzahl der Belege deutlich zunahm (im Vergleich zum ersten Peak), ist die Anzahl der Arten nur unmerklich gestiegen. Grund für diesen Anstieg der Sammeltätigkeit war das ab 1881 von A. Kerner initiierte Projekt „Flora exsiccata Austro-Hungarica“, viele namhafte Botaniker dieser Epoche schlossen sich diesen Aufsammlungsaufrufen an. Obwohl kurz nach der Projektgründung ein Sinken der Linie zu verzeichnen ist, kann bereits in den Jahren 1890-1899 erneut eine sehr intensive Sammeltätigkeit beobachtet werden. Vor allem P. Fürst (mit intensiver Sammeltätigkeit von 1900-1909) ist einer der bedeutendsten Sammler jener Zeit. Erst mit dem Ende der Monarchie kommt es zu einer starken Abnahme der Sammeltätigkeit. Dies ist auf die Ereignisse des Ersten Weltkrieges und die Nachkriegszeit zurückzuführen. Ab 1930 stieg die Sammeltätigkeit wieder an. Initiator war Prof. Otto Porsch, der viele Sammelobjekte in das Herbar einbrachte (SCHARFETTER & BERNHARDT 2002). Ab ca. 1940 ist wieder eine längere Zeitspanne mit geringen Zuwächsen zu verzeichnen, die sich durch die Wirren des Zweiten und seine Nachkriegszeit erklären lässt. Ganz zaghaft zeigt sich gegen Ende der 1950er Jahre wieder ein Anstieg. Verantwortlich dafür war Prof. Erich Hübl, der zusammen mit Walter Forstner im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte eine verstärkte Sammeltätigkeit aufnahm (SCHARFETTER & BERNHARDT 2002).

### Analyse der Belege des Pannonikums

Bei der floristischen Betrachtung der Belege des BOKU-Herbars stellt sich die Frage, ob ureinheimische Arten (exkl. Archäophyten) abgenommen und fremdländische Arten zugenommen haben. Die Abschätzung des zeitlichen Trends des Anteils der Belege der heimischen Arten mithilfe der multiplen Regression zeigt keinen signifikanten Wert ( $\alpha=0,802$ ). Auch das Intervalldiagramm der multiplen Regression kann die

Hypothese, dass es zu einer Abnahme heimische Arten und zu einer Zunahme bzw. zu einer Einwanderung fremdländischer Arten kam, nicht bestätigen (Abb. 8). Die Spitzen, die im Diagramm zu Beginn des Beobachtungszeitraums zu sehen sind, lassen sich womöglich auf die zu geringen Fallzahlen in diesem Zeitraum zurückführen.

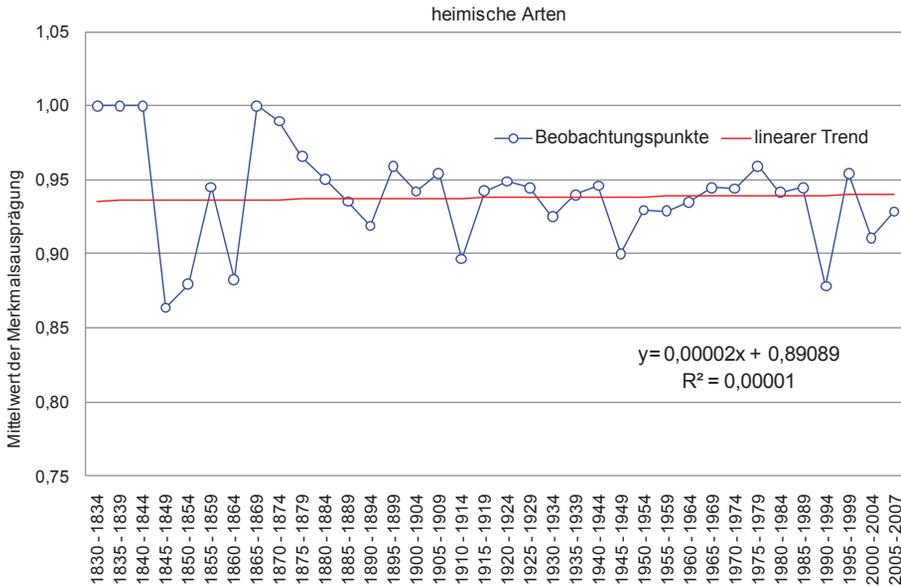


Abb. 8: Intervalldiagramm der multiplen Regression mit leicht steigender Trendlinie und der Geradenformel

Die einfache Regressionsanalyse (Sammelereffekte sind nicht mit einberechnet) zeigt aber, dass gegen Ende des Beobachtungszeitraums (ab ca. 1990) ein Sinken der heimischen Arten zu verzeichnen ist. Diese Stufe wurde mit dem allgemeinen linearen Modell (in dieser Methode sind die Sammlereffekte wieder mit einbezogen) berechnet und ergab einen signifikanten Unterschied im Anteil der Belege heimischer Arten vor bzw. nach 1990 ( $\alpha=0,008$ ): der Anteil betrug vor 1990 94% und nach 1990 89%. Diese Ergebnisse lassen auf eine Abnahme in diesem Zeitraum schließen.

Die Abschätzung des zeitlichen Trends des Anteils der Neophyten-Belege mithilfe der multiplen Regression zeigt keinen signifikanten Trend ( $\alpha=0,834$ ; Abb. 9). Die einfache Regression zeigt hingegen einen Anstieg des Anteils der Neophyten-Belege in den 1990er Jahren. Eine sprunghafte Veränderung des Anteils der Neophyten-Belege vor und nach 1990 wurde mit dem allgemeinen linearen Modell getestet und ergab 4% Neophyten-Belege vor 1990 und 10% nach 1990 ( $\alpha<0,001$ ). Das allgemeine lineare Modell zeigt somit eine signifikante Zunahme des Anteils der Neophyten-Belege um 1990.

Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 185

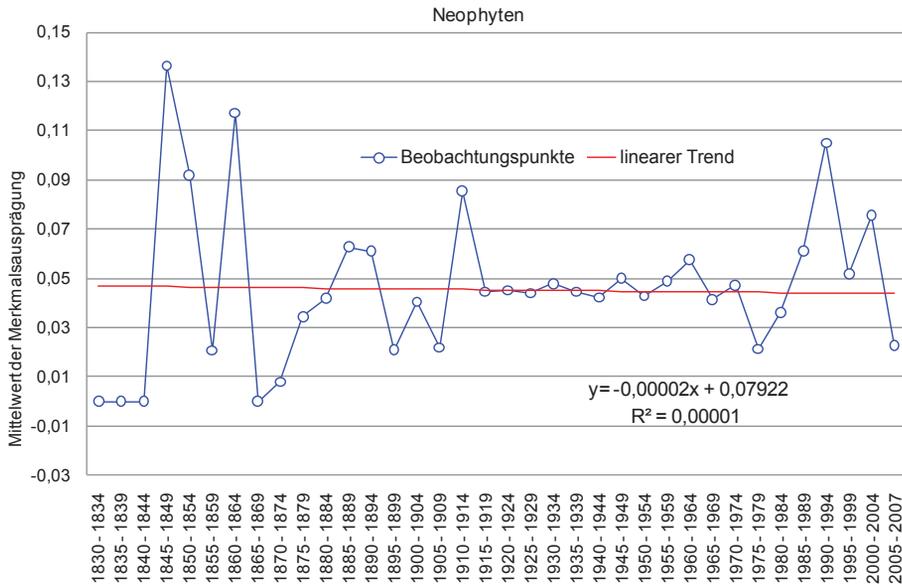


Abb. 9: Die multiple Regression zeigt eine leicht sinkende Trendlinie. Die Spitzen am Beginn des Betrachtungszeitraums sind womöglich auf die geringe Fallzahl zurück zu führen

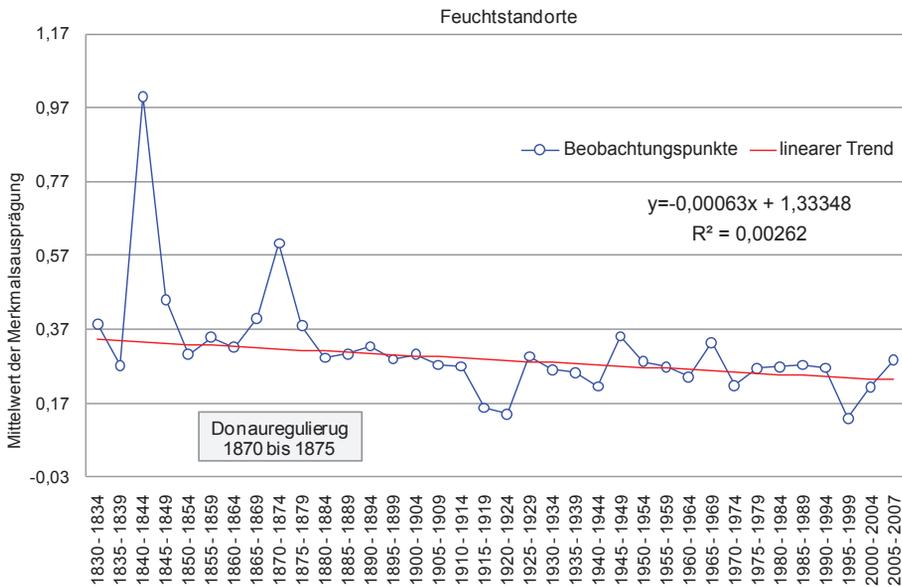


Abb. 10: Die multiple Regression der Feuchtstandorte weist auf ein starkes Sinken des linearen Trends mit einer hohen Signifikanz hin.

Bei der strukturellen und landschaftlichen Betrachtung der Herbarbelege präsentiert sich ein sehr deutliches Bild. Die Berechnung des Anteils der Arten, die auf Feuchtstandorten (Abb. 10) vorkommen, zeigte im schrittweisen Verfahren der multiplen Regression eine hohe Signifikanz ( $\alpha < 0,001$ ) der abnehmenden Trendlinie. Der  $\beta$ -Wert ( $-0,00063$ ) weist auf einen Abnahme von 6,3% in 100 Jahren hin. Die eingangs formulierte Hypothese, dass die Abnahme des Anteils der Arten, die auf Feuchtstandorten vorkommen, auf die Donauregulierung zurück zu führen ist, wurde mit dem allgemeinen linearen Modell berechnet (Trennwert 1875) und erbrachte auch hier einen signifikanten Unterschied ( $\alpha = 0,001$ ). Demnach ist der Anteil der Belege von Arten, die auf Feuchtstandorten vorkommen, vor der Donauregulierung 37% und nach der Donauregulierung 27%.

Auch die Einzellebensräume der Feuchtstandorte zeigen deutliche Werte. Der Lebensraum Gewässer (jene Arten, die im offenen Gewässer vorkommen) weist eine hohe Signifikanz ( $\alpha = 0,007$ ) der linearen Trendlinie auf. Der  $\beta$ -Wert liegt bei  $-0,00019$ . Das entspricht einer Abnahme um 1,9% in 100 Jahren. In der Graphik (Abb. 4) ist eine deutliche Stufe zu erkennen. Das allgemeine lineare Modell (Trennwert 1875) zeigt einen signifikanten Unterschied im Anteil der Belege von Arten aus dem Lebensraum Gewässer, nämlich 6% vor der Donauregulierung und 2% danach ( $\alpha < 0,001$ ).

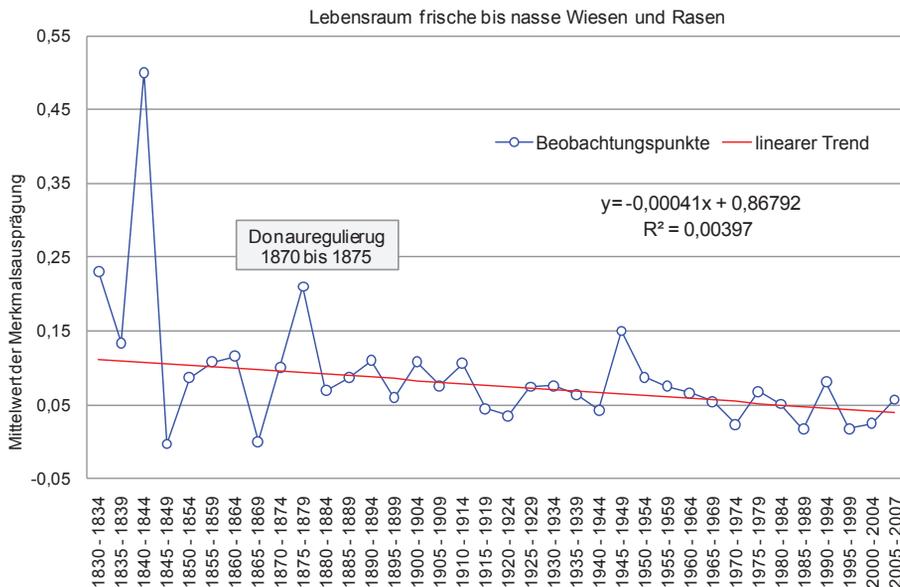


Abb. 11: Auch dieser Standort zeigt in der multiplen Regression signifikante Werte.

Der Lebensraum frische bis nasse Wiesen und Rasen (Abb. 11) zeigt bei der Berechnung mit dem schrittweisen Verfahren einen deutlich signifikanten Trend ( $\alpha < 0,001$ ). Der

Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 187

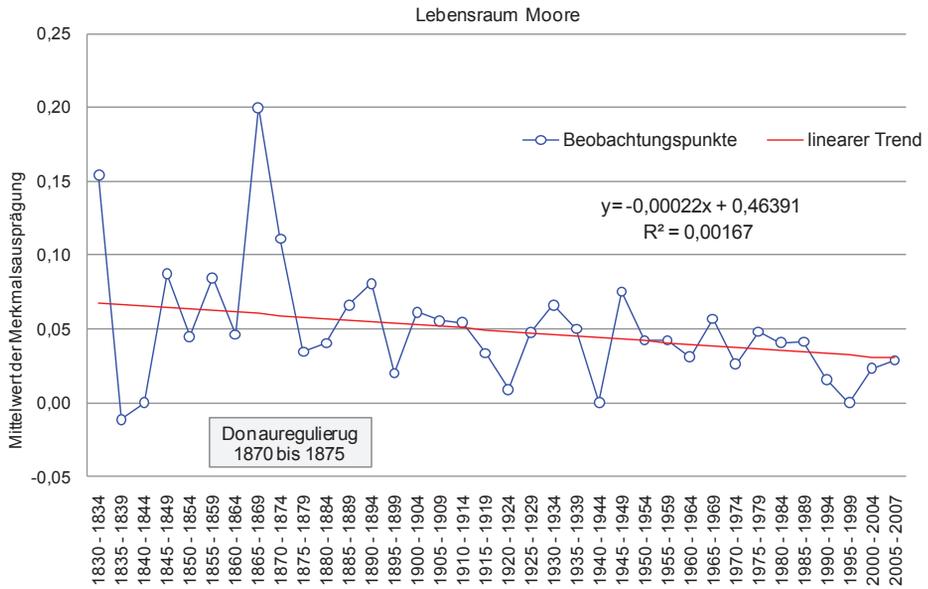


Abb. 12: Hohe Signifikanz der multiplen Regression, die ein Abnehmen des Lebensraumes Moore zeigt. Dies kann aber nicht mit der Donauregulierung in Verbindung gebracht werden.

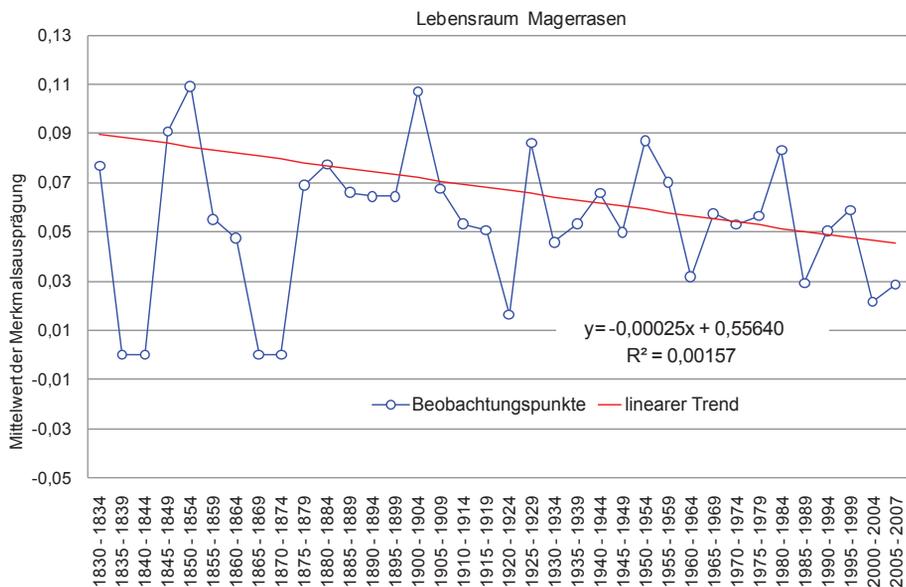


Abb. 13: Die multiple Regression zeigt eine hohe Signifikanz der Trendlinie. Der Einsatz von Spritzmittel und Kunstdünger sind möglicherweise Faktoren, die zu einem Abnehmen der Magerrasenarten führten.

Anteil der Belege von Arten aus dem Lebensraum frische bis nasse Wiesen und Rasen nimmt in 100 Jahren um 4,1 % ab. Die Berechnung des allgemeinen linearen Modells ergab eine Stufe ab 1875: vor der Donauregulierung war der Anteil an Belegen von Arten der frischen bis nassen Wiesen und Rasen 19%; nach der Donauregulierung war der Anteil auf 7% ( $\alpha=0,007$ ) geschrumpft.

Der Lebensraum Moore (Abb. 12), insbesondere die Niedermoore und Niedermoorwiesen, ergaben mit dem schrittweisen Verfahren der multiplen Regression eine hohe Signifikanz ( $\alpha=0,005$ ) der abnehmenden Trendlinie (Abnahme des Anteils der Belege von Arten aus dem Lebensraum Moore um 2,2% in 100 Jahren). Bei der Berechnung des allgemeinen linearen Modells fiel die Gruppenvariable aus dem Modell. Da hierbei kein abruptes, sondern ein kontinuierliches Abnehmen der Moore festgestellt wurde, kann dies nicht mit der ersten Donauregulierung in Verbindung gebracht werden.

Die Trockenstandorte ergaben keinen signifikanten Wert ( $\alpha=0,397$ ) bei der multiplen Regression.

Die Belege des Lebensraumes Magerrasen haben im Betrachtungszeitraum signifikant abgenommen. Das zeigt die Trendlinie in Abb. 13 ( $\alpha=0,005$ ). Der  $\beta$ -Wert zeigt eine Abnahme des Anteils an Belegen der Arten auf Magerrasen von 2,5% in 100

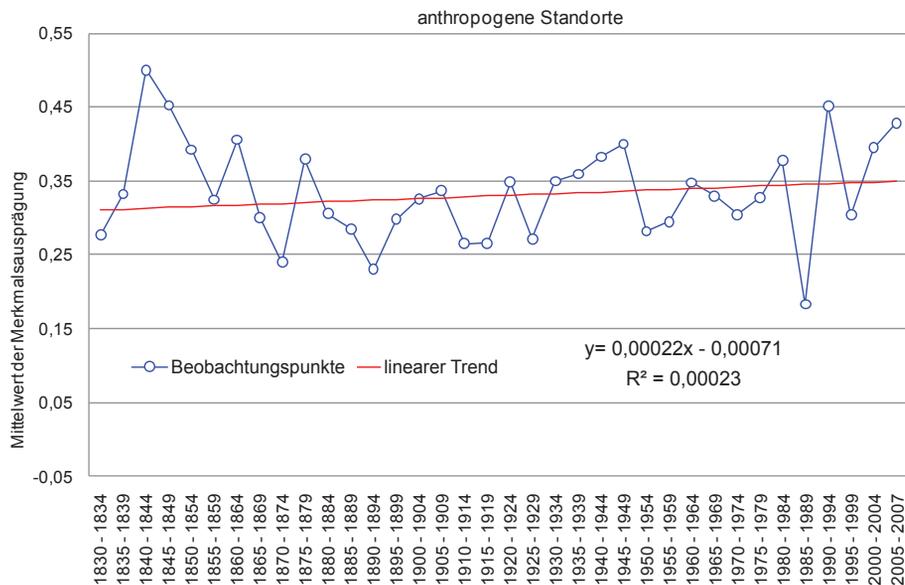


Abb. 14: Die Analyse der anthropogenen Standorte mittels multipler Regression zeigt keinen signifikanten Trend.

Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 189

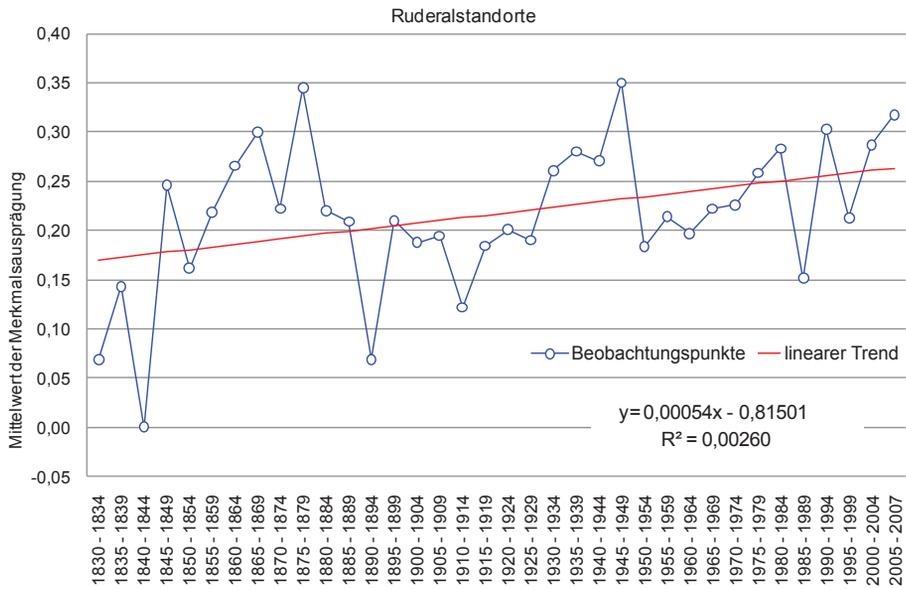


Abb. 15: Die Trendlinie der multiplen Regression zeigt eine Zunahme der Ruderalstandorte.

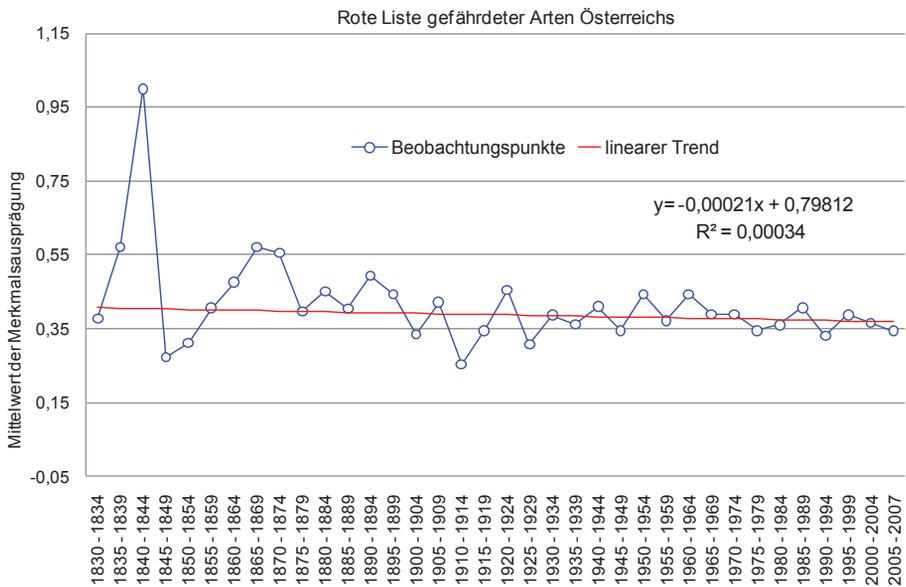


Abb. 16: Gesamtbetrachtung der Arten, die in Österreich gefährdet sind (Gefährdungsstufen von ausgestorben bis potentiell gefährdet).

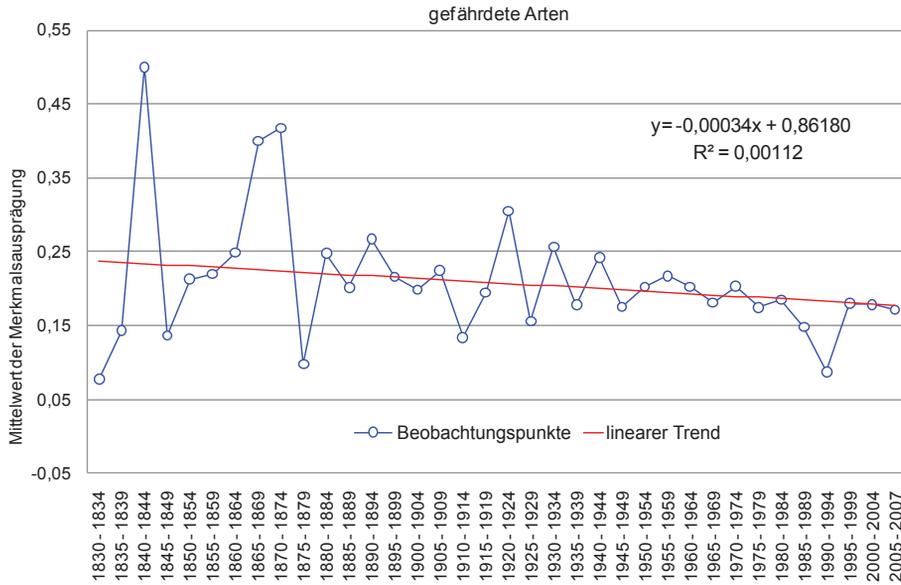


Abb. 17: Wie die Berechnung der multiplen Regression zeigt, nimmt die Anzahl der in Österreich gefährdeten Arten ab. Arten die jetzt gefährdet sind, waren früher häufiger anzutreffen.

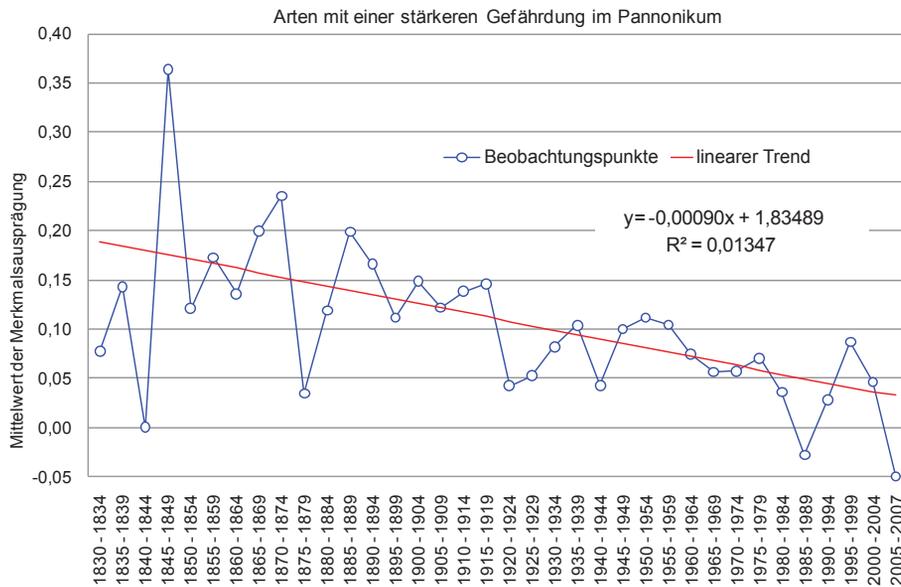


Abb. 18: Die multiple Regression zeigt, dass die Anzahl der Arten, die im Pannonicum eine stärkere Gefährdung aufweisen, abnimmt.

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 191

Jahren. Die Berechnung des allgemeinen linearen Modells (Trennwert 1910) zeigte signifikante Werte ( $\alpha=0,001$ ). Vor 1910 war der Anteil der gesammelten Belege an Arten auf Magerrasenstandorte mit 8% höher als nach 1910 mit 5%.

Die anthropogenen Lebensräume, dazu zählen die segetalen und ruderalen Standorte, zeigen keinen signifikanten Trend ( $\alpha=0,202$ ) (Abb. 14). Bei getrennter Betrachtung der ruderalen und segetalen Standorte zeigen erstere (Abb. 15) einen signifikant steigenden Trend ( $\alpha=0,002$ ). Die Zunahme des Anteils an Belegen der Arten auf ruderalen Standorten liegt bei 5,4% in 100 Jahren (Abb. 15). Die segetalen Lebensräume weisen keine signifikant steigende Trendlinie auf ( $\alpha=0,058$ ).

Bei der Betrachtung der Herbarbelege hinsichtlich ihres Gefährdungsgrades, nach der „Rote Liste der gefährdeten Arten Österreichs“ (NIKL FELD 1999) zeigte sich die sinkende Trendlinie der multiplen Regression als nicht signifikant (Abb. 16;  $\alpha=0,245$ ). Ausschließlich die Arten, die in Österreich gefährdet sind (Abb. 17), zeigen eine signifikant sinkende Trendlinie ( $\alpha=0,024$ ). Der Anteil der Belege von Arten mit einer Gefährdung nimmt im Betrachtungszeitraum um 3,4% in 100 Jahren ab. Alle anderen Gefährdungsstufen (ausgestorben, vom Aussterben bedroht, stark gefährdet und potentiell gefährdet) zeigen keine signifikanten Werte an.

Die Anzahl jener Arten, die im Pannonikum nach NIKL FELD (1999) eine stärkere Gefährdung aufweisen, hat abgenommen (Abb. 18). Die sinkende Trendlinie zeigt einen signifikanten Wert ( $\alpha<0,001$ ). Der Anteil an Belegen der Arten, die im Pannonikum eine stärkere Gefährdung zeigen, sank um 9% in 100 Jahren.

### Diskussion

Einleitend möchten wir auf zwei Interpretationsansätze hinweisen, die sich im Laufe der Analysearbeit herauskristallisiert haben. So muss bei der Analyse der Ergebnisse stets beachtet werden, dass sowohl ein abnehmender wie auch ein zunehmender Trend der Arten nicht zwangsläufig auf einen tatsächlichen Rückgang bzw. eine Zunahme schließen lässt. Zeigt sich zum Beispiel, dass der Anteil an Belegen der Arten auf Feuchtstandorten im Analysezeitraum kleiner geworden ist, könnte generell auch auf einen Rückgang der Sammeltätigkeit in diesen Gebieten geschlossen werden. Obwohl dieser Rückschluss als einzige Erklärungsmöglichkeit unwahrscheinlich ist, sollte er an dieser Stelle dennoch erwähnt und bei der Interpretation der Ergebnisse stets beachtet werden. Eine zweite Einschränkung der zweifelsfreien Interpretation kann ebenfalls am Beispiel der Feuchtstandorte beschrieben werden. So lässt sich mit der angewandten Analyseverfahren des Herbars ausschließlich eine zeitliche Koinzidenz zwischen der Donauregulierung und der abnehmenden Belegzahl der Arten auf Feuchtstandorten darstellen, nicht aber ein zwangsläufig ursächlicher Zusammenhang.

### **Florenausstattung des Pannonikums: Heimische Arten versus Neophyten**

Zur Frage, ob sich bei der Analyse der Herbarbelege ein Rückgang der heimischen Arten und eine Zunahme fremdländischer Arten erkennen lassen, wurde die Hypothese aufgestellt, dass die heimischen Arten auf Grund in der Einleitung genannter Punkte im untersuchten Zeitraum abnahmen und das Einwandern fremdländischer Arten zunahm. Die allgemeine floristische Untersuchung der Herbarbelege erbrachte in diesem Zusammenhang keine signifikanten Ergebnisse, somit konnte diese Hypothese mit Hilfe der multiplen Regression nicht bestätigt werden. Dennoch zeigte die einfache Regression gegen Ende des Betrachtungszeitraums (ab 1990) bei den gesammelten Belegen heimischer Arten ein deutliches Sinken und bei den Neophyten-Belegen einen deutlichen Anstieg der Trendlinie. Ebenso zeigt das allgemeine lineare Modell gegen Ende des 20. Jahrhunderts eine Abnahme des Anteils der Belege der heimischen Arten zugunsten von Neophyten-Belegen. Neophyten spielen in der planarcollinen Höhenstufe, also auch im Pannonikum, eine große Rolle (ESSL & RABITSCH 2002, BERNHARDT & LAUBHANN 2006, BERNHARDT et al. 2008, KLEINBAUER et al. 2010).

Die Neophyten lassen sich in unterschiedlichsten heimischen Lebensräumen finden. In den Wäldern des Pannonikums z. B. verursachen neophytische Gehölze wie *Robinia pseudacacia* (Robinie) und *Ailanthus altissima* (Götterbaum) massive Vegetations- und Standortsveränderungen, vor allem auch in trockenen und warmen Gebieten (auch außerhalb urbaner Gebiete) wie z. B. Lössstandorte oder Heißbländen (DRESCHER et al. 2005, BERNHARDT & NAUMER-BERNHARDT 2010, BERNHARDT et al. 2013). In den Auwäldern des pannonischen Bereichs dringen Neophyten in die Baumstrauch- und Krautschicht vor und haben dort verheerende Auswirkungen (LAPIN & BERNHARDT 2013). Neben den zuvor erwähnten Arten tritt *Acer negundo* (Eschen-Ahorn) mit sehr aggressiven Ausbreitungstendenzen auf (ESSL & RABITSCH 2002).

### **Der Struktur- und Landschaftswandel im Pannonikum**

Die zweite Forschungsfrage beschäftigt sich mit der Frage, ob sich mit historischen Herbarbelegen ein Landschafts- und Strukturwandel feststellen lässt. Dabei gingen wir von drei Hypothesen aus. Die erste Hypothese lautete, dass auf Grund der Donau-regulierung (1870-1875) Feuchtstandorte zurückgingen. Die zweite Hypothese war, dass durch die Intensivierung der Landwirtschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und dem damit einhergehenden künstlichen Mineraldüngereinsatz Magerstandorte verschwanden und mit dem Einsatz von Herbiziden Ackerbeikräuter verdrängt wurden. Die dritte Hypothese sollte beantworten, ob vom Menschen beeinflusste Standorte, Ruderal- und Segetalstandorte, im Beobachtungszeitraum zunahmen.

Die Untersuchung der heimischen Arten auf Feuchtstandorten zeigte, dass die Feuchtstandorte signifikant abgenommen haben und dass diese Abnahme mit der Donau-regulierung korreliert. Vor allem Belege der Arten in offenen Gewässern und Belege der Arten auf frischen bis nassen Wiesen und Rasen sind deutlich zurück gegangen. Dies bedeutet, dass die Donauregulierung auslösender Faktor des Rückgangs an Feuchtstandorten gewesen sein könnte.

Die Feuchtwiesen und -rasen, die dem Biotoptyp pannonische und illyrische Auwiesen (ESSL et al. 2004) angehören, sind durch Rodung der Auwälder über eigentlich auwaldfähigem Boden entstanden. Aufgrund der Nähe zu fließenden Gewässern (Donau) wurden sie regelmäßig bei Hochwässern überschwemmt und mit nährstoffreichen Stoffen versorgt. Erst durch das Abdämmen der Donau (Ausbleiben der Überschwemmungen, kein Nährstoffeintrag, Grundwasserabsenkung) und die kulturtechnischen Standortveränderung durch Meliorationsmaßnahmen (großflächige Entwässerung von Feuchtstandorten und Umbruch der Wiesen in Ackerflächen), vor allem nach dem 2. Weltkrieg, schufen Voraussetzung für eine Intensivierung der Produktionsweise (Maschineneinsatz, Dünge- und Herbizideinsatz; RINGLER 1987). Charakterarten dieses Biotoptyps sind je nach Wasserhaushalt der Standorte nassetolerante Feuchtwiesenarten bis hin zu trockenheitsertrogenen Arten (Stromtalarten). Im Pannonikum ist dieser Biotoptyp selten an der March und noch seltener an der Donau zu finden und ist in Österreich stark gefährdet.

Der Lebensraum Moore, im Besonderen die Niedermoore und Niedermoorwiesen, zeigten mit der multiplen Regression signifikant abnehmende Werte. Diese Abnahme konnte aber nicht mit der Donauregulierung (1870-1875) in Verbindung gebracht werden. Das Landschaftselement Niedermoore und Niedermoorwiesen ist kontinuierlich verschwunden. Niedermoore entstanden auf einst waldfähigen Standorten durch Rodung der Gehölze (Bruchwälder) und durch extensive Nutzung als Streuwiesen. Der hohe Grundwasserspiegel ist charakteristisch für diesen Lebensraum. Auch sie fielen großteils, wie die nassen Wiesen, den Entwässerungsmaßnahmen und dem Umbruch in ertragreiches Ackerland zum Opfer (RINGLER 1987).

Die Niedermoore und Niedermoorwiesen des Pannonikums sind basenreiche bis basenarme Quellfluren und werden vom Grundwasser gespeist. Es sind Biotoptypen, die im Pannonikum, aber auch in gesamt Österreich zum Teil von vollständiger Vernichtung bedroht (z. B. Kalktuffquellfluren und basenarmen, besonnten Quellfluren), stark gefährdet (Kalkquellen) oder gefährdet (basenarme, beschattete Quellfluren) sind (TRAXLER et al. 2005). Im östlichen Niederösterreich sind diese Vegetationstypen z. B. im südlichen Wiener Becken bei Moosbrunn (das Naturdenkmal Brunnlust) und als Sekundärstandort in der Unteren Lobau (Nationalpark Donauauen) zu finden. Das Naturdenkmal Brunnlust stellt sich als eine Besonderheit im pannonischen Raum dar.

Es beherbergt viele sogenannte Eiszeitrelikte, die nacheiszeitlich hier lokal überlebt haben, während sie anderswo im Pannonikum verschwunden sind. Für *Cochlearia macrorrhiza* (Dickwurzel-Löffelkraut), eine endemische Art in Österreich (KOCH & BERNHARDT 2004, RABITSCH & ESSL 2009), liegen in Brunnlust die letzten Vorkommen, sie gilt als vom Aussterben bedrohte Art (ein Herbarbeleg aus dem Jahr 1906 bei Wiener Neustadt in Haselrast gibt Zeugnis über ihre weitere Verbreitung).

Die Untersuchung der Magerrasenstandorte im Zusammenhang mit der zweiten Hypothese (die Einführung künstlichen Mineraldüngers in der Landwirtschaft während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts führte zum Abnehmen der Magerstandorte) zeigte bei der Berechnung der multiplen Regression eine signifikant abnehmende Trendlinie ab 1910. Das bedeutet, dass der Anteil der gesammelten Belege der Arten auf Magerrasenstandorten im Untersuchungszeitraum abnahm. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Standorte der Magerrasenarten im Betrachtungszeitraum schwanden. Dies ist nicht ausschließlich auf den Einsatz von künstlichem Mineraldünger zurück zu führen, wurde aber wohl damit eingeleitet (RINGLER 1987). Obwohl sich die Hypothese eines Rückgangs der Magerrasenstandorte nicht ausschließlich durch den Einsatz künstlichen Mineraldüngers beantworten lässt, so konnte dennoch mit Hilfe der Herbarbelege, die in der Analyse einen eindeutig abnehmenden Trend zeigen, und unter Berücksichtigung von Literaturangaben (RINGLER 1987) eine Aussage getroffen werden. Die Magerrasenstandorte nehmen aufgrund intensiver anthropogener Tätigkeit mit dem Zeitpunkt 1910 deutlich ab.

Die Hypothese eines möglichen Rückgangs der Ackerbeikräuter aufgrund des Herbizideinsatzes konnte mithilfe der Herbarbelege nicht bestätigt werden, was sich möglicherweise durch die geringe Fallzahl erklären lässt. Die Untersuchung der Belege der Arten auf Ruderalstandorten ergab bei der multiplen Regression einen signifikant zunehmenden Trend, was auf eine Zunahme der Ruderalstandorte schließen lässt. Es sind dies Standorte, die stark vom Menschen beeinflusste (gestörte) Bereiche der Industrie- und Verkehrsanlagen sowie Erdaufschüttungen, Müll- und Schuttplätze (FISCHER et al. 2008) umfassen. Das Zunehmen der Ruderalstandorte geht offensichtlich auf die gesteigerte menschliche Siedlungstätigkeit sowie den hohen Platzbedarf für Infrastruktureinrichtungen zurück. Ruderalstandorte sind den technischen Biotoptypen und den Siedlungsbioptypen zuzuordnen und haben nach ESSL et al. (2008) kaum einen Gefährdungsgrad ausgewiesen. Dennoch können sich an Ruderalstellen gefährdete Arten, deren Lebensräume mittlerweile entweder gefährdet oder fast vollkommen zerstört sind, einfinden.

Die Hypothese eines Struktur- und Landschaftswandels aufgrund menschlicher Tätigkeit konnte mit Hilfe der Herbarbelege bestätigt werden. Dies wird auch durch Literaturangaben (RINGLER 1987) gestützt. Natürliche und extensiv bewirtschaftete

Lebensräume nehmen ab, während die vom Menschen intensiv beanspruchten Standorte, Ruderalstandorte, zunehmen.

### **Gefährdung**

Mit der dritten Forschungsfrage haben wir untersucht, welche Aussagen aufgrund der Veränderungen hinsichtlich des Gefährdungsgrades heimischer Arten getroffen werden können. Nicht nur Neophyten üben Druck auf indigene Arten aus, sondern vor allem die Veränderung bzw. die Verminderung ihrer Lebensräume wirkt sich negativ aus (RINGLER 1987). Die Naturlandschaft des Pannonikums bestand vor der Beanspruchung als Siedlungs- und Produktionsraum durch den Menschen aus ausgedehnten Trockenwäldern (Flaumeichen-Laubmischwälder) und Extremstandorten wie flachgründiger Fels, grundwasserferne Schotter, dynamische Flüsse, Löss-Steilkanten, salzhaltige Böden und Feuchtgebiete, die lichtliebenden Arten Platz boten (SAUBERER & DULLINGER 2008). Seit der Jungsteinzeit nutzt der Mensch diesen Raum als Acker- und Weideland (RINGLER 1987). Es entstand eine aus Kleinstrukturen bestehende offene Kulturlandschaft. Solange sich die Nutzung auf die Aushagerung der Böden (Waldweide, Streuwiesennutzung) und kleinräumigen Ackerbau beschränkte, konnten in der Kulturlandschaft die biologischen Übergänge und Vorgänge stattfinden. So entstanden Lebensräume ausgedehnter Trockenrasen, Heiden, Hutweiden, Magerrasen, Hecken, Einzelbäume, Wäldchen oder Süßgraswiesen. Der große Landschaftsumbruch des 20. Jahrhunderts (größtenteils erst nach dem 2. Weltkrieg) verwandelte die Kulturlandschaft der ausgedehnten Hutweiden und Magerrasen etc. in Agrar- und Siedlungsflächen (RINGLER 1987, SAUBERER & DULLINGER 2008, BERNHARDT et al. 2010). Die Reste der einstigen Kulturlandschaft haben sich auf jenen Stellen erhalten, die sogenannte „Ungunstlagen“ für eine intensive Bewirtschaftung darstellten. Aber nicht nur die Änderung bzw. die Intensivierung und Mechanisierung der landwirtschaftlichen Produktionsweise führten zu einer Fragmentierung der Landschaft, auch die gesteigerte Infrastrukturtätigkeit trug und trägt nach wie vor dazu bei (Versiegelung fruchtbarer Böden für Siedlungs- und Gewerbegebiete, Straßenbau, Versiegelung ehemals offener Feldwege, Bau von Raffinerien, Regulierungsmaßnahmen großer Flüsse und kleiner Bäche, Trockenlegung von Feuchtstandorten u. v. m.) (SAUBERER & DULLINGER 2008).

Heimische Arten und ihre Lebensräume stehen unter einer zunehmenden Gefährdung. Es sind vor allem die gefährdeten und die im Pannonikum unter einer stärkeren Gefährdung stehenden Arten (NIKL FELD 1999), die bei der multiplen Regression einen signifikant abnehmenden Trend zeigen. Die Herbaranalyse ergab 1.413 heimische Arten. Nach der „Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs“ (NIKL FELD 1999) zeigten sich für die heimische Flora:

Drei Arten (0,21%), die heute als ausgestorben in Österreich gelten (Gefährdungsstufe 0 nach NIKLFELD 1999), *Asperula arvensis* (Acker-Maier; früher auf Äckern), *Bombycilaena erecta* (Falzblume; auf lückigen Trockenrasen und Brachen), *Scorzonera laciniata* (Schlitzblatt-Schwarzwurz; auf lückigen Trockenrasen). Die letzten Herbarbelege dieser Arten stammen größtenteils aus dem ausgehenden 19. Jahrhundert, wobei der letzte Beleg von *Asperula arvensis* 1968 gesammelt wurde.

60 Arten (4,25%) sind österreichweit vom Aussterben bedroht (Gefährdungsstufe 1), so z. B. *Gypsophila fastigiata* (Sand-Gipskraut), *Koeleria glauca* (Sand-Schillergras), *Xeranthemum annuum* (Spreublume). Ihr Lebensraum (Sandtrockenrasen) ist von fast vollständiger Zerstörung bedroht. Zwei der vom Aussterben bedrohten Arten (3,3%) sind bereits lokal ausgestorben: *Scandix pecten-veneris* (Gewöhnlicher Venuskamm) und *Helosciadium repens* (Kriech-Sumpfschirm; über zeitweise überschwemmten Stellen, aber mittlerweile auch auf Sekundärstandorten an feuchten Ruderalstellen und da in Arealausdehnung begriffen).

166 Arten (11,75%) zeigen eine starke Gefährdung (Gefährdungsstufe 2), auch hier seien nur einige genannt: *Dianthus plumarius* ssp. *neilreichii* (Mödlinger Feder-Nelke; ein Endemit in Niederösterreich über Felsrasen und Schwarzföhrenwälder), *Dianthus superbus* (Pracht-Nelke; auf wechselfeuchten Wiesen), *Draba lasiocarpa* (Karpaten-Felsenblümchen; in Niederösterreich über Kalkfels, womöglich auch angesalbt), *Schoenus nigricans* (Schwarz-Knopfried; eine Art der Kalk-Quellfluren; steht in mind. einem Bundesland unter vollständigem Schutz). 41 Arten (24,69%) zeigen eine stärkere Gefährdung im Pannonikum und sind lokal vom Aussterben bedroht. So sind z. B. im Pannonikum (ausgehend von den zur Verfügung stehenden Herbarbelegen) fünf Arten lokal vom Aussterben bedroht: *Cyperus flavescens* (Gelb-Zyperngras; an nassen Stellen und auch Fahrrinnen, in mind. einem Bundesland unter vollständigem Schutz), *Gladiolus palustris* (Sumpf-Siegwurz; auf Niedermoorwiesen; unter vollständigem Schutz), *Cyperus michelianus* (Micheli-Zypergras), *Ranunculus lingua* (Zungen-Hahnenfuß; an träge fließenden Gewässern, unter vollständigem Schutz in mind. einem Bundesland), *Succisella inflexa* (Kahl-Sumpfabbiß; auf feuchten Wiesen). Die Lebensräume, in denen die Arten vorkommen, sind ebenfalls stark gefährdet.

282 Arten (19,96%) sind gefährdet (Gefährdungsstufe 3). 139 (49,29%) von den 282 Arten sind in einer bestimmten Großlandschaft stark gefährdet. Arten mit einer stärkeren Gefährdung im Pannonikum sind z. B. *Hippophaë rhamnoides* (Sanddorn; früher oft an Schotterinseln der Donau anzutreffen, heute in den Heissländern der Donau und unter vollständigem Schutz), oder einige der Orchideenarten wie *Epipactis palustris* (Sumpf-Ständelwurz; auf Feuchtwiesen und Flachmooren), *Anacamptis pyramidalis* (Kamm-Hundswurz; an wechselfrischen Magerrasen und lichten

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 197

Wäldern), *Dactylorhiza sambucina* (Holunder-Fingerknabenkraut; in Magerrasen) oder *Cypripedium calceolus* (Gelb-Frauenschuh; in wechselfrischen Edellaubwäldern und selten in Halbtrockenrasen).

14 Arten (0,99%) besitzen eine potentielle Gefährdung in Österreich (Gefährdungsstufe 3) und zwei davon (14,28%) sind lokal gefährdet: *Carex halleriana* (Haller-Segge; kommt in trockenen Eichenwäldern vor) und *Senecio umbrosus* (Schatten-Greiskraut; Vorkommen in lichten Wäldern und sekundär auf feuchten Wiesen), letzteres weist im Pannonikum eine lokale Gefährdung auf.

401 Arten (28,43%) sind in bestimmten Teilen Österreichs potentiell gefährdet, davon entfallen 142 Arten auf das Pannonikum. Es sind Arten wie *Pinguicula vulgaris* und *Pinguicula alpina* (Gewöhnliches- und Alpen-Fettkraut; gefährdet im Pannonikum) oder einige Arten der Cyperaceen, die ihre Verbreitungsareale hauptsächlich im montanen bis alpinen Bereich haben und im Pannonikum wahrscheinlich von jeher selten vorkamen. Ihre Lebensräume, Niedermoore, Niedermoorwiesen und Quellfluren (von vollkommener Zerstörung bedroht) sowie Magerwiesen (stark gefährdet) oder das große Struktur- und Landschaftselement Donaustrom, das dem Biotoptyp verzweigter Tieflandstrom (vollkommen zerstört) angehörte, sind im Pannonikum aber höchst gefährdet, im Verschwinden begriffen oder vollkommen zerstört. Diese Lebensräume bieten bzw. boten Arten wie *Cochlearia macrorrhiza* (Dickwurzel-Löffelkraut; vom Aussterben bedroht, in Niedermoorwiesen), *Juncus subnodulosus* (Knötchen-Simse; stark gefährdet, in Niedermooeren), *Allium angulosum* (Kanten-Lauch; stark gefährdet), *Artemisia laciniata* (Schlitzblatt-Wermut; auf salzigen Magerwiesen und in Niederösterreich bereits ausgestorben), *Lathyrus pannonicus* (Pannonien-Platterbse; aus der pontisch-pannonischen Florenregion, auf Magerwiesen; stark gefährdet), *Klasea lycopifolia* (Einkopf-Zwitterscharte; eine pontisch-pannonische Art auf Magerrasen, stark gefährdet), *Dianthus serotinus* (Sand-Nelke; auf Sandsteppen und vom Aussterben bedroht) oder *Scorzonera laciniata* (Schlitzblatt-Schwarzwurz; auf lückigen Trockenrasen, gilt als verschollen oder ausgestorben) Platz. Es sind dies Arten, deren Arealausdehnung im trockenen bis feuchten, warmen collinen Bereich liegen.

Für 487 Arten (34,47%) besteht keine Gefährdung. Insgesamt stehen 926 heimische Arten (65,53%) der Belege aus dem Pannonikum des BOKU-Herbars unter einem bestimmten Gefährdungsgrad (vom Aussterben bedroht bis zu potentiell gefährdet).

Die Herbaranalyse enthält 230 nicht heimische Arten, darunter 35 Archäophyten, also Arten, die mit der Sesshaftwerdung des Menschen und der Einführung des Ackerbaus Einzug in heimischen Lebensräumen hielten (FISCHER et al. 2008). Bei den Archäophyten besteht für 15 Arten eine Gefährdungseinstufung: Zwei Arten, *Myagrum*

*perfoliatum* (Hohldotter; auf Äckern und Ruderalstellen) und *Bromus arvensis* (Acker-Trespe; auf Getreideäckern und Ruderalstellen), sind vom Aussterben bedroht. Zwei Arten sind stark gefährdet, *Amaranthus graecizans* (Griechischer-Fuchsschwanz; auf Hachfruchtäckern und Ruderalstellen) und *Bromus secalinus* ssp. *secalinus* (Roggen-Trespe; auf Getreideäckern und Ruderalstellen). Letztere ist im Pannonikum lokal vom Aussterben bedroht. Eine Art, *Cyanus segetum* (Kornblume; auf Äckern) ist gefährdet. Zehn Arten sind potentiell in einer bestimmten Großlandschaft gefährdet. Im Pannonikum ist *Legousia speculum-veneris* (Groß-Venussspiegel; auf Äckern) potentiell gefährdet. Bei Betrachtung der Archäophyten zeigt sich, dass die Artenliste des BOKU-Herbars überwiegend aus einjährigen Ackerbeikräutern besteht. Ihr Lebensraum der extensiv bewirtschafteten Äcker ist im Pannonikum stark gefährdet. Für 20 Arten steht keine Gefährdung fest.

### Literatur

- BERNHARDT, K.-G. & LAUBHANN, D. (2006): *Crambe hispanica*, der Spanische Meerkohl (Brassicaceae) als Kulturbegleiter. – *Neilreichia* 4: 121-124
- BERNHARDT, K.-G., LAUBHANN, D., KROPF, M. (2008): *Chorispora tenella*, *Diploaxis eruroides* und *Capsella rubella* (Brassicaceae) in Wien und Niederösterreich. – *Neilreichia* 5: 211-216
- BERNHARDT, K.-G., LAPIN, K., WERSCHONIG, E. (2010): The future of plant diversity in grassland farming vegetation - a review of diversity in a strongly transformed agricultural landscape. – *Biotechnology in animal husbandry* 26: 235-247
- BERNHARDT, K.-G. & NAUMER-BERNHARDT, E. (2010): Natur und Landschaft. – In: Marktgemeinde Zwentendorf an der Donau (Hrsg.), Marktgemeinde Zwentendorf an der Donau. Heimatbuch, 15-59, Eigenverlag: Zwentendorf
- BERNHARDT, K.-G., NAUMER-BERNHARDT, E., OSCHATZ, M., STOECKL, N., WERNISCH, M. (2013): Floristische Inventarisierung als Beitrag zur Erfassung regionaler Phytodiversität am Beispiel der Gemeinde Zwentendorf an der Donau (Bezirk Tulln, Niederösterreich). – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 24: 127-172
- CHONG, K. Y., LEE, S. M. L., GWEE, A. T., LEONG, P. K. F., AHMAD, S., ANG, W. F., LOK, A. F. S. L., YEO, C. K., CORLETT, R. T., TANIH, T. W. (2012): Herbarium records do not predict rediscovery of presumed nationally extinct species. – *Biodiversity and Conservation* 21: 2589-2599
- DRESCHER, A., FRAISSL, C., MAGNUS, M. (2005): Nationalpark Donau-Auen. – In: R. Wallner (Red.), *Aliens. Neobiota in Österreich*, Grüne Reihe des Lebensministeriums 15, 222-254, Verlag Böhlau: Wien
- DRESSLER, S., THOMAS, G., ZIZKA, G. (2010): Mit Herbarien in die Zukunft forschen. – *Natur und Museum* 140: 274-277
- ESSL, F., EGGER, G., KARRER, G., THIESS, M., AIGNER, S. (2004): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Grünland, Grünlandbrachen und Trockenrasen. Hochstauden- und Hochstaudenfluren, Schlagfluren und Waldsäume. Gehölze des Offenlandes und Gebüsche. – *Umweltbundesamt, Wien, Monographien* 167: 1-272
- ESSL, F., EGGER, G., POPPE, M., PIPPEL-KATZMAIER, I., STAUDINGER, M., MUHAR, S., UNTERLERCHER, M., MICHOR,

## Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich 199

- K. (2008): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Binnengewässer, Gewässer und Ufervegetation. Technische Biotoptypen und Siedlungsbiotope. – Umweltbundesamt, Wien, Reports 134: 1-316
- ESSL, F. & RABITSCH, W. (2002): Neobiota in Österreich. – Umweltbundesamt: Wien, 432 pp.
- FINK, M. H. (1993): Geographische Gliederung und Landschaften Österreichs. – In: L. Mucina, G. Grabherr, T. Ellmauer (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1 Anthropogene Vegetation, 29-42, Gustav Fischer Verlag: Jena, Stuttgart, New York
- FISCHER, R. (2004): Blütenvielfalt im Pannonikum. Pflanzen im östlichen Niederösterreich, Nordburgenland und in Wien. – IHW-Verlag: Eching, 487 pp.
- FISCHER, M.A., OSWALD, K., ADLER, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 3. Auflage. – Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen: Linz, 1373 pp.
- FUNK, V. (2003): The importance of Herbaria. – Plant Science Bulletin 49: 94-95
- KLEINBAUER, I., DULLINGER, S., KLINGENSTEIN, F., MAY, R., NEHRING, S., ESSL, F. (2010): Das Ausbreitungspotenzial von Neophyten unter Klimawandel - Viele Gewinner, wenig Verlierer? – In: W. Rabitsch, F. Essl (Hrsg.), Aliens. Neobiota und Klimawandel - Eine verhängnisvolle Affäre?, 27-43, Katalog des Landesmuseums Niederösterreich NF 485
- KOCH, M. & BERNHARDT, K.-G. (2004): *Cochlearia macorrhiza*, a highly endangered lowland species from Eastern Austria: Conservation genetics, ex situ and in situ conservation efforts. – Scripta Botanica Belgica 29: 157-164
- KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen - Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Ulmer: Stuttgart, 380 pp.
- KUSEL, H. (2006): Pflanzen und Tiere im Pannonikum, am Beispiel des Eichkogels südlich von Wien. – Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 512 pp.
- LAPIN, K. & BERNHARDT, K.-G. (2013): The impact of alien plant species on the conservation success of a protected Natura 2000 area within the ecological restoration of the River Traisen. – 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill. Conference Volume: 449-452
- LIHRA, R., BERNHARDT, K.-G., STOECKL, N. (2013): Das Herbarium als Zeitzeuge. - Veränderungen der Flora von Wien (1828-2008). – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 24: 201-226
- MAYER, F. (1991): Unterstufen Schulatlas. – Freytag-Berndt und Artaria: Innsbruck, 182 pp.
- NIKLFIELD, H. (1964): Zur xerothermen Vegetation im Osten Niederösterreichs. – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 103/104: 152-181
- NIKLFIELD, H. (1993): Pflanzengeographische Charakteristik Österreichs. – In: L. Mucina, G. Grabherr, T. Ellmauer (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1 Anthropogene Vegetation, 43-75, Gustav Fischer Verlag: Jena, Stuttgart, New York
- NIKLFIELD, H. (1999): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien 10: 1-291
- PANCHEN, Z.A., PRIMACK, R.B., AVISKO, T., LYONS, R.E. (2012): Herbarium specimens, Photographs and Field Observations show Philadelphia Area plants are responding to climate change. – American Journal of Botany 99: 751-756
- RABITSCH, W. & ESSL, F. (2009): Endemiten. Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. – Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten: Klagenfurt, 923 pp.
- RINGLER, A. (1987): Gefährdete Landschaft. Lebensräume auf der Roten Liste. Eine Dokumentation in Bildvergleichen. – BLV Verlag: München, 195 pp.
- SAUBERER, N. & DULLINGER, S. (2008): Naturräume und Landschaftsgeschichte Österreichs: Grundlage

- zum Verständnis der Muster der Biodiversität. – In: N. Sauberer, D. Moser, G. Grabherr (Red.), Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt, Bristol-Schriftenreihe 20: 16-46, Haupt: Bern
- SCHARFETTER, E., & BERNHARDT, K.-G. (2002): Das Herbarium des Institutes für Botanik der Universität für Bodenkultur. – In: Bericht über das 10. österreichisches Botanikertreffen vom 30 Mai bis 1 Juni (2002), 183-184, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein: Irdring
- SCHRATT-EHRENDORFER, L. (2008): Die Pflanzen der Steppen Niederösterreichs: Flora und Vegetation, Standortvielfalt und Gefährdung. – In: H. Wiesbauer (Hrsg.), Die Steppe lebt. Felssteppen und Trockenrasen in Niederösterreich, 59-84, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Naturschutz: St. Pölten
- TRAXLER, A., MINARZ, E., ENGLISCH, T., FINK, B., ZECHMEISTER, H., ESSL, F., (2005): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Moore, Sümpfe und Quellfluren. Hochgebirgsrasen, Polsterfluren, Rasenfragmente und Schneeböden. Äcker, Ackerraine, Weingärten und Ruderalfluren. Zwergstrauchheiden. Geomorphologisch geprägte Biotope. – Umweltbundesamt, Wien, Monographien 174: 1-286
- WENDELBERGER, G. (2004): Die „Steppen“ des östlichen Österreichs. – In: R. Fischer: Blütenvielfalt im Pannonikum, 24-25, IHW-Verlag: Eching
- WIESBAUER, H., MAZUCCO, K., SCHRATT-EHRENDORFER, L. (1997): Dünen in Niederösterreich. Ökologie und Kulturgeschichte eines bemerkenswerten Landschaftselementes. – Fachberichte des NÖ Landschaftsfonds, St. Pölten 6: 1-90

Anschrift der Verfasser:

Alexandra Graß ([grass.a@gmx.at](mailto:grass.a@gmx.at)),  
Karl-Georg Bernhardt ([karl-georg.bernhardt@boku.ac.at](mailto:karl-georg.bernhardt@boku.ac.at)),  
Karin Tremetsberger ([karin.tremetsberger@boku.ac.at](mailto:karin.tremetsberger@boku.ac.at)),  
Nora Stoeckl ([nora.stoeckl@boku.ac.at](mailto:nora.stoeckl@boku.ac.at)),  
Universität für Bodenkultur, Institut für Botanik, Gregor-Mendel-Straße 33,  
A-1180 Wien  
Reinhard Hössinger ([reinhard.hoessinger@boku.ac.at](mailto:reinhard.hoessinger@boku.ac.at))  
Universität für Bodenkultur, Institut für Verkehrswesen, Peter-Jordan-Straße 82,  
A-1190 Wien

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Grass Alexandra, Bernhardt Karl-Georg, Tremetsberger Karin, Hössinger Reinhard, Stoeckl Nora

Artikel/Article: [Veränderung der Artenvielfalt im pannonischen Niederösterreich - Auswertung des BOKU-Herbariums als Zeitzeuge 173-200](#)