

# Vegetationsdynamik und Regenerationsstrategien im Grasland Südbraziens

## *Vegetation dynamics and regeneration strategies in southern Brazilian grasslands*

Julia-Maria HERMANN, Gerhard OVERBECK, Sandra Cristina MÜLLER und Alessandra FIDELIS

### Zusammenfassung

Anhand von aktuellen Ergebnissen von Untersuchungen zu Diversität von Pflanzenarten und -funktionen, Pflanzenpopulationsökologie und Störungsökologie, die in subtropischen und temperaten Grasländern Südbraziens durchgeführt wurden, werden die Charakteristika dieses Bioms erläutert sowie die wesentliche Rolle anthropogener Störungen für die Erhaltung dieser Grasländer beziehungsweise bei der Verlangsamung der Grasland-Wald-Sukzession verdeutlicht.

### Summary

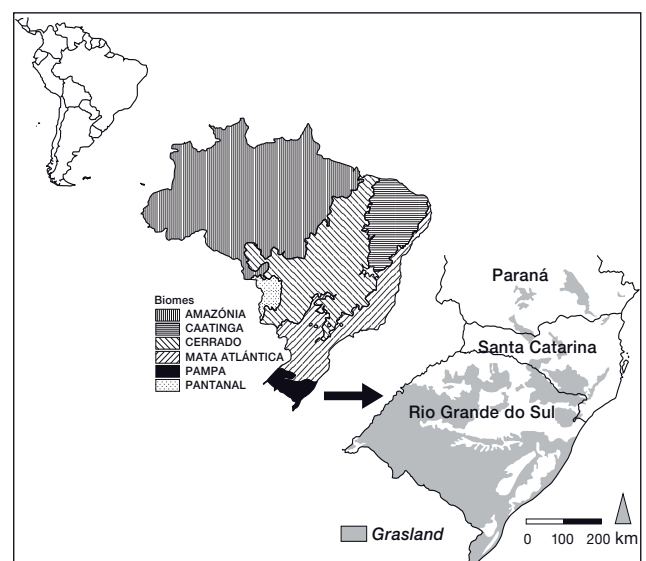
Plant species and functional diversity, plant population ecology and disturbance ecology were studied in subtropical and temperate grasslands in southern Brazil. Based on recent results, we illustrate the characteristics of the southern Brazilian grassland biome. We demonstrate the crucial role of man-made disturbance in grassland maintenance and in slow progression of grassland-forest-succession, respectively.

### Einleitung

Weite Teile Südbraziens sind von Grasländern (bras. campos) bedeckt. Das Biom der Pampa (bras. „Bioma Pampa“; IBGE 2004) mit rund 2% der Fläche Braziens bedeckt die südliche Hälfte des Bundesstaats Rio Grande do Sul (RS); nach Süden hin schließen sich die Grasländer Uruguays und Argentiniens an. Auch in der nördlichen Hälfte von RS sowie in den angrenzenden Bundesstaaten Santa Catarina (SC) und Paraná (PR) finden sich – unterhalb 1200 m üNN im Mosaik mit subtropischen Wäldern und Araukarienwäldern, oberhalb 1200 m üNN dominierend (WATZLAWICK et al. ohne Jahreszahl) – ausgedehnte Grasländer, die dem Biom der Mata Atlântica, das den atlantischen Küstenregenwald sowie weitere Waldtypen im Landesinneren umfasst, zugerechnet werden (IBGE 2004).

Das Vorkommen ausgedehnter Grasländer im überwiegend als waldfähig betrachteten Klima Südbraziens – Jahresdurchschnittstemperaturen im südlichen Teil 13-17 °C, im nördlichen Teil 16-22 °C; Jahresniederschlagssumme 1200-1600 beziehungsweise 1500-2000 mm (NIMER 1990) – war schon früh Gegenstand intensiver Diskussion. Pollenanalytische Untersuchungen zeigen, dass die Campos Relikte aus dem frühen und mittleren Holozän sind und dass seit ca. 10000 Jahren mit dem Anstieg der Temperaturen, vor allem seit ca. 4000 Jahren mit dem Einsetzen feuchteren Klimas zunehmend Wälder vordringen, seit ca. 1100 Jahren beschleunigt (BEHLING et al. 2004). Diese Entwicklung wird überlagert

durch den Einfluss des Menschen: ca. vor 7400 Jahren nahm – wie aus der Anzahl von Kohlepartikeln geschlossen werden kann – die Häufigkeit von Feuern zu, was möglicherweise mit der Besiedlung durch indianische Bevölkerung zusammenhängt. Seit der Einführung von Vieh im 17. Jahrhundert wird die Region intensiv beweidet (PILLAR & QUADROS 1997).



**Abbildung 1:** Biome Braziens (Karte Mitte; IBGE 2004) und Verbreitung von Grasländern (Quelle: OVERBECK et al. 2007); deutsche Beschreibung zu den Biom-Bezeichnungen: Amazônia: Amazonas-Regenwald; Caatinga: Trockenwälder und -gebüsche; Cerrado: Savanne; Mata Atlântica: Atlantischer Küstenregenwald s. l., beinhaltet weitere subtropische Waldtypen; Pampa: Grasland-Biom (siehe Text); Pantanal: Feuchtsavannen

Heute werden weite Bereiche Südbrasilien landwirtschaftlich genutzt, vor allem im Westen, während im Nordosten und Süden Weidewirtschaft nach wie vor eine wichtige Rolle spielt (vergleiche zum Beispiel BOLDRINI 1997). Insgesamt nahm die Gesamtfläche der Grasländer in den letzten 30 Jahren um 25 % ab (OVERBECK et al. 2007). Zunehmend werden die Grasländer in Forstplantagen, meist mit Pinus- und Eucalyptus-Arten, umgewandelt, da dies ein höheres Einkommen ermöglicht (A. Jacques, mündl. Mitteilung).

In den letzten Jahren wurde – neben botanischen (siehe BOLDRINI 2009, BOLDRINI et al. 2009) und agronomischen Arbeiten (siehe NABINGER et al. 2009) – die ökologische Forschung zu den südbrasilianischen Grasländern intensiviert. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die Untersuchungen, die seit 2001 in Kooperation des Lehrstuhls für Vegetationsökologie, TU München, und des Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durchgeführt wurden.

Zwei einander ergänzende Fragenkomplexe stehen dabei im Vordergrund:

- 1) Welche Charakteristika weisen die südbrasilianischen Grasländer hinsichtlich Artenzusammensetzung und Artenvielfalt auf, auch im Vergleich mit anderen Grasländern weltweit? Schwerpunkte der Forschung lagen auf der Resilienz gegenüber Störungen (Feuer und Beweidung) sowie auf den Anpassungen einzelner Graslandarten und -artengruppen an diese.
- 2) Welche Faktoren wirken einer raschen und flächigen Waldausbreitung entgegen? Die Untersuchungen befassten sich zum einen mit der Entwicklung von Gehölzpopulationen unter Einfluss von Feuer und Beweidung sowie in Graslandbrachen, zum anderen mit den Reaktionen der Arten auf beziehungsweise Anpassungen an diese graslandtypischen Störungen. In diesem Aufsatz werden Ergebnisse zur Dynamik des Graslands und zu Regenerationsmustern der Graslandarten sowie von Gehölzen im Grasland vorgestellt und vor allem vor dem Hintergrund von Naturschutz- und Managementfragen diskutiert.

Die Hauptuntersuchungsgebiete lagen auf dem Morro Santana in Porto Alegre (siehe auch ADELMANN & OVERBECK in diesem Band), dessen Grasländer häufigen Feuern unterliegen, und auf dem Gebiet der Forschungsstation CPCN Pró-Mata im feuchtgemäßigten Hochland im Nordosten von Rio Grande do Sul, ca. 900-920 m üNN. Im CPCN Pró-Mata sind Feuer und Beweidung seit 1994 ausgeschlossen, während die angrenzenden Grasländer weiterhin dem ortsüblichen Weidemanagement (ca. 0,5 GVE, Brände alle 1-2 Jahre) unterliegen.

## Dynamik und Regenerationsstrategien der Arten des Graslandes

Zur Artenzusammensetzung der südbrasilianischen Grasländer liegen mittlerweile detaillierte Studien vor (zum Beispiel BOLDRINI 2009, BOLDRINI et al. 2009); Schätzungen nach beläuft sich die Gesamtartenzahl der südbrasilianischen Grasländer auf 3000 bis 4000 Arten (KLEIN 1975; BOLDRINI et al. 2002); für RS werden 2200 Arten geschätzt (BOLDRINI 2009). Sowohl in regelmäßig gebrannten als auch in beweideten Grasländern sind die Artenzahlen auch kleinräumig sehr hoch, beispielsweise am Morro Santana (häufige Brände) mit durchschnittlich fast 34 Arten in einem Untersuchungsplot von 0,75 m<sup>2</sup> (siehe ADELMANN in diesem Band) beziehungsweise zwischen 15 und 28 Arten in Plots von 0,25m<sup>2</sup> (OVERBECK et al. 2006a). Ähnlich hohe Artenzahlen wurden in beweideten Flächen festgestellt, zum Beispiel von FERREIRA et al. (im Druck) in einem beweideten Grasland bei Porto Alegre mit durchschnittlich 27 Arten pro m<sup>2</sup>. Demgegenüber nimmt die Artenzahl unter Brachebedingungen zumindest kleinräumig rapide ab, weil sich die Dominanzverhältnisse ändern: In den Brachegrasländern von Pró-Mata wurde die Vegetationsdecke 12 Jahre nach Aufgabe des Managements von einigen großwüchsigen, dichthorstigen Grasarten insbesondere der Gattungen *Andropogon* und *Sorghastrum* bestimmt; dazwischen beziehungsweise unter der dichten Vegetationsdecke mit viel toter Biomasse konnten sich nur wenige weitere Arten halten; die Artenzahlen pro Untersuchungsplot von 0,25 m<sup>2</sup> beliefen sich hier auf durchschnittlich 5,6 Arten (OVERBECK et al. 2005).

Interessant ist die Frage des Zusammenhangs zwischen den Regenerationsstrategien der Graslandarten nach Störung und der Artenzusammensetzung beziehungsweise -vielfalt der Grasländer. Die Bedeutsamkeit der Regeneration aus unterirdischen Organen, aus denen ein Wiederaustreiben nach einer Störung möglich ist, wird durch mehrere Studien belegt. OVERBECK & PFADENHAUER (2007) und FIDELIS (2008) zeigen, dass die Wiederbesiedlung eines gebrannten Graslandbereichs am Morro Santana nach einem Brand bei rund 90% der Arten durch Wiederaustrieb – aus oberirdischen (vor allem Horstgräser) oder unterirdischen Knospen (nichtgraminoide krautige Arten und Sträucher) – erfolgte, was das hohe Verhältnis von unterirdischer zu oberirdischer Biomasse von nahezu 1:1 erklärt (FIDELIS et al. 2006). In vergleichenden Untersuchungen von vier Graslandflächen unter unterschiedlichem Management (Beweidung, Weide, Brache) stellte FIDELIS (2008) fest, dass in beweideten Graslandflächen über 2400 Knospen pro Quadratmeter Boden vorlagen, in regelmäßig gebrannten Grasland nur rund die Hälfte (1120 Knospen), und dass in seit 15 oder 30 Jahren brachliegenden Flächen Zahl und Vielfalt der unterirdischen Pflanzenorgane, die nach einer

Störung ein Wiederaustreiben ermöglichen, stark reduziert waren (knapp 400 beziehungsweise knapp 200 Knospen). Unterirdische Speicherorgane sind für die Regeneration vieler Graslandarten nach einer Störung entscheidend (FIDELIS 2008, FIDELIS et al. 2009).

Sowohl in den Tiefland- (Morro Santana) als auch den Hochlandgrasländern (Pró-Mata) treten – neben Straucharten, die sich nach Verlust oberirdischer Biomasse aus unterirdischen Organen regenerieren – einige nach Brand nicht austriebsfähige Campos-Straucharten (zum Beispiel die Asteraceen *Heterothalamus psiadioides* oder *Baccharis uncinella*) in vergleichsweise dichten, gleichaltrigen Beständen auf, die auf Etablierung aus Samen in großen Vegetationslücken hinweisen und die Einstufung als „obligate seeder“ rechtfertigen (MÜLLER 2005, HERMANN 2009). Es kann vermutet werden, dass mit zunehmender Dauer störungsfreier Intervalle die Rekrutierung aus Samen an Bedeutung gewinnt, da zum einen die Anzahl der austriebsfähigen Pflanzenorgane im Boden zurückgeht (siehe oben), ein erneutes Störungsereignis, zum Beispiel Feuer, jedoch aufgrund der akkumulierten Biomasse von großer Intensität wäre. Entscheidend sind sicherlich die Nähe der Diasporenquelle zu den gebrannten Flächen und vermutlich auch die Jahreszeit, zu der der Brand stattfindet. Insgesamt besteht zu diesen Fragen noch großer Forschungsbedarf. Insbesondere zur Diasporenbank im Boden liegen für die südbrasilianischen Grasländern bislang nur wenige Untersuchungen vor, die jedoch insgesamt auf eine vergleichsweise große Samenbank aus überwiegend transienten und kurzlebigen Samen hinweisen: GARCIA (2009) gibt in ihrer Übersicht Zahlen von 13 500 bis 70 000 keimfähigen Samen pro m<sup>2</sup> Boden an. Eine Stimulierung der Keimung durch Feuer, wie in vielen feuergeprägten Ökosystemen bekannt, konnte bislang für die südbrasilianischen Grasländer nicht nachgewiesen werden (OVERBECK et al. 2006b). Mit den vorliegenden Studien sind die relative Bedeutung von Samenbank, Samenausbreitung und Austreiben aus der Knospenbank für die Dynamik der Grasländer, vor allem nach Störungsereignissen oder in Abhängigkeit von bestimmten Störungsregimes, noch kaum abschätzbar.

### **Regenerationsstrategien der Gehölze und Wald-Grasland-Dynamik**

Im südbrasilianischen Campo sind zwei Gruppen von Gehölzarten zu unterscheiden: Graslandsträucher und -halbsträucher gegenüber Waldbaum- und -Straucharten. Erstere treten im Grasland regelmäßig auf, im Waldinneren nicht; sie gehören überwiegend zur Familie der Asteraceae, und viele von ihnen besitzen kleine, windverbreitete Samen (MÜLLER 2005, HERMANN 2009). In den subtropischen Tieflandgrasländern dominieren kleinwüchsige Arten

von 0-2 m Höhe, während in den Grasländern des gemäßigten Hochlandes auch Großsträucher mit Wuchshöhen bis zu 5 Meter in Erscheinung treten (OLIVEIRA 2003, HERMANN 2009).

Waldarten, die in großer Zahl im Grasland auftreten, sind hingegen Zeichen der seit mindestens 2000 Jahren andauernden flächigen Ausbreitung von Wald über Grasland (zum Beispiel BEHLING 2007). MÜLLER (2005) registrierte insgesamt 76 Gehölzarten aus 40 Familien in den Grasländern von Morro Santana, von denen sie 44 Arten als typische Waldrandarten beziehungsweise Wald-Pionierarten im Grasland einstuft. In der Grasland-Wald-Sukzession im CPCN Pró-Mata treten dagegen nur wenige Waldarten regelmäßig in Erscheinung, unter anderem *Myrsine parvula* und einige Myrtaceen (eigene Beobachtung).

Die Untersuchungen von MÜLLER (2005) auf dem Morro Santana lassen auf eine Schutzwirkung (facilitation) von Waldrandzonen bei der Etablierung von Pioniergehölzen im Grasland schließen, nicht jedoch auf eine Schutzwirkung höherwüchsiger Campo-Sträucher. Der Großstrauch-Campo des Hochlandes bildet dagegen zeitweise ein geschlossenes Kronendach und kann gemeinsam mit Pionier-Waldbaumarten wie *Myrsine parvula* das erste Stadium der Grasland-Wald-Sukzession bilden, jedoch können Waldbäume auch bei fehlender Großstrauchbedeckung die Grasländer besiedeln (OLIVEIRA & PILLAR 2004, HERMANN 2009). In beiden Fällen schreitet die Besiedlung auffallend langsam voran: Nach Aufgabe von Feuer und Beweidung im CPCN Pró-Mata im Jahr 1994 nahmen Abundanz und Deckung von Gehölzen im Vergleich zum bewirtschafteten Campo der Nachbar-Fazenda signifikant zu (OLIVEIRA & PILLAR 2004), allerdings handelte es sich dabei zehn Jahre später noch überwiegend um Campo-Straucharten, während Waldarten sich überwiegend auf einen wenige Meter breiten Streifen am Waldrand beschränkten (MACHADO 2004).

MÜLLER (2005) beobachtete verstärkte Besiedlung durch Pioniergehölze des Waldes sowohl in Waldrandnähe als auch bei Felsausblühungen im Grasland; sie vermutete, dass in ersterem Fall die Nähe zur Diasporenquelle sowie zum Teil geringere Feuerintensität eine Rolle spielen, in letzterem Fall die Ursache in spärlichem Grasaufwuchs und verringerter Feuerintensität auf felsigem Boden zu suchen ist. Im Hochland-Campo wirken sich nach HERMANN (2009) Feuer und Beweidung direkt und indirekt limitierend auf Etablierung und Überleben von Gehölzen, insbesondere Waldgehölzen, aus. Im bewirtschafteten Hochlandcampo wurden 24 % experimentell verpflanzter Keimlinge der Waldbaumart *Myrsine parvula* durch Weideeinfluss (Grasen, Huftritt, Dung) eliminiert, weitere 8 % durch Weidebrand Ende des Südwinters 2005. 22 % wurden vor Winterende durch Frost vernichtet, dem jedoch die Pflanzen an kurz-



rasigen Stellen stärker ausgesetzt waren. Überlebende behielten bis 11 Monate nach Verpflanzung lediglich mehr oder weniger ihre Ausgangsgröße bei. Jungpflanzen der Campo-Großstrauchart *Baccharis uncinella* im gleichen Experiment litten nicht unter Frost: Die häufigsten Todesursachen waren Weideeinfluss (26 %) und Feuer (21 %), der Höhenzuwachs betrug in 11 Monaten das 5-6-fache (Median).

In der angrenzenden Graslandbrache der CPCN Pró-Mata waren hingegen experimentelle Keimung, Etablierung und Wuchs der Waldbaumart gegenüber der Großstrauchart deutlich begünstigt. Beispielsweise betrug die Mortalität von *Myrsine*-Keimlingen im Unterwuchs großer Grashorste lediglich 20 %, Frostschäden wurden nicht beobachtet. Die Jungpflanzen erreichten innerhalb von 11 Monaten das 3,6-fache (Median) ihrer Ausgangsgröße. Während jedoch im Unterwuchs großer Grashorste 17 %, im Unterwuchs großer Campo-Straucher 11 % eingebrachter Samen keimten, wurde Hintergrundkeimung in ungesäten Flächen lediglich in letzterem beobachtet. Dies weist auf natürliche Limitierung der Waldbaumart durch Samenverfügbarkeit im Brache-grasland hin. Erste Untersuchungen von 2005 eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen ergaben, dass *Myrsine*-Populationen den Brache-Campo grobenteils durch vegetative Vermehrung besiedeln.

Analog zu den oben genannten Ergebnissen von OVERBECK & PFADENHAUER (2007) und FIDELIS (2008) stellte auch MÜLLER (2005) im Artenspektrum der Gehölze in den Grasländern des Morro Santana einen überwiegenden Anteil von wiederaustriebsfähigen Arten fest. Sie stufte die Wiederaustriebsfähigkeit als eine wesentliche Eigenschaft der Wald-Pioniergehölze ein. Nicht austriebsfähige Waldbaumarten kamen lediglich am Waldrand vor (MÜLLER et al. 2007). Allerdings ist das Wiederaustriebsvermögen der Wald-Pionierarten, Untersuchungen von HERMANN (2009) zufolge, im Vergleich zu Campogehölzarten signifikant geringer: Im Südsommer 2005 vernichtete ein Brand auf den Untersuchungsflächen am Morro Santana 70 % der Individuen der Waldbaumart *Myrsine umbellata*; 23 % der *Myrsine parvula*-Individuen in den bewirtschafteten Dauerbeobachtungsflächen des Hochlandes fielen dem Feuer am Ende des Südwinters zum Opfer. Durch Wiederaustrieb erlangten überlebende *M. parvula* innerhalb von 10 Monaten 27 % ihrer Basalfläche wieder. Campo-Kleinsträucher – zwei Tieflandarten nach Brand, eine Hochlandart nach Schnitt – bewiesen deutlich höhere Resilienz gegenüber Störungen, da 100 % der Individuen durch Wiederaustrieb überlebten und nach 12 Monaten 69-104 % (Median) ihrer ursprünglichen Basalfläche aufwiesen. Vergleichbar den Straucharten der nordamerikanischen Great Plains-Prärien (HEISLER et al. 2003), können die südbrasilianischen Campo-Kleinstraucharten als an häufige Störungen angepasst und somit als integraler

Bestandteil des Ökosystems betrachtet werden, während Feuer und Beweidung – oder Feuer in Abständen von 2-3 Jahren – der Waldausbreitung neben weiteren, näher zu erforschenden Faktoren entgegenwirken (MÜLLER 2005, HERMANN 2009).

Um die Dynamik des Wald-Grasland-Mosaiks umfassend zu erklären, sollten die Untersuchungen zum einen auf den ersten Schritt in der Grasland-Wald-Sukzession, das heißt Samenproduktion und -verbreitung, zum anderen über längere Beobachtungszeiträume und auf Landschaftsebene ausgedehnt werden. Die Ergebnisse von HERMANN (2009) legen nahe, dass der Limitierung der Keimlingsetablierung durch Störung eine Limitierung des Diasporenschubs vorangeht. Die Hauptpionierbaumarten sind zoochor. DUARTE et al. (2006) stellten im CPCN Pró-Mata fest, dass Solitärer Bäume, insbesondere von *Araucaria angustifolia*, als Ansitze im Grasland samenverbreitende Vögel anziehen. Wie jedoch gelangen die ersten Samen ins Grasland? Wie attraktiv wirken unterschiedliche Strukturtypen von Grasland? Der Einfluss abiotischer Faktoren wie Topografie und Boden wirft weitere Fragen auf. So wäre zum Beispiel zu vermuten, dass in schattigeren Südlagen die Feuerintensität geringer und somit die Waldausbreitung begünstigt ist. MÜLLER (2005) schloss allerdings aus den gestaffelten, nordexponierten Waldändern des Morro Santana auf kontinuierlichere Ausbreitung als an den abrupten Übergängen von Wald zu Grasland an der Südseite.

### Schlussfolgerung

Bei bisherigen Forschungen standen vor allem der Einfluss von Feuer und Beweidung auf die Grasländer sowie die Wald-Grasland-Dynamik im Vordergrund. Wesentliche Grundlagen zum Verständnis dieser Prozesse sowie für den Naturschutz konnten erarbeitet werden, allerdings besteht nach wie vor Forschungsbedarf zur Dynamik der Grasländer und den genauen Auswirkungen einzelner Landnutzungen auf Artenreichtum und Graslandstruktur. Langfristige ökologische Untersuchungen und detaillierte Vergleiche zwischen Grasländern unterschiedlicher Nutzungen – auch unterschiedlicher Formen der Weidewirtschaft – fehlen bislang fast völlig. Ebenso lassen sich die bisherigen Erkenntnisse sicherlich nicht ohne weiteres auf die in Bezug auf Standort, Klima, Artenzusammensetzung, Vegetations- und Nutzungsgeschichte unterschiedlichen Grasländer der Region übertragen.

Nur ein geringer Teil der Graslandflächen (<1%) unterliegt einem offiziellen Schutzstatus. Unter den brasilianischen Naturschutzbestimmungen ist in höherrangigen Schutzkategorien, insbesondere den Nationalparks, menschliche Einflussnahme auf die Vegetation verboten; das heißt die Grasländer dürfen weder beweidet noch – von möglichen unbeabsichtigten Bränden abgesehen – abgebrannt werden.

Die bisherigen Kenntnisse zur Wald-Grasland-Dynamik weisen darauf hin, dass diese Grasländer langfristig verbuschen beziehungsweise die Sukzession zu Wald weiter fortschreitet – und somit auch die Artenvielfalt der Grasländer bedroht ist. Wie in vielen anderen Regionen der Welt verliert die traditionelle Weidenutzung auch in Südbrazilien allmählich an Bedeutung, weil andere Nutzungen, vor allem auch die Aufforstung der Grasländer mit *Pinus* oder *Eucalyptus*, höhere Erträge versprechen. Wenn Ziel des Naturschutzes ist, die Grasländer und ihre Biodiversität und damit auch das traditionelle Bild Südbraziens als Land der Gaúchos zu erhalten, müssen Wege gefunden werden, die Weidehaltung auch langfristig zu sichern.

#### Dank

Unser Dank geht an all diejenigen, die uns bei den Arbeiten, die diesem Aufsatz zugrundeliegen, unterstützt haben, insbesondere Prof. Dr. Valério DePatta Pillar, Prof. Dr. Maria Luiza Porto, Prof. Dr. Ilsi Boldrini und Dr. Ricardo Mello. Besonders herzlich bedanken möchten wir uns bei Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer für die gute Zusammenarbeit, die stets anregenden Diskussionen und die Unterstützung jeglicher Art.

#### Literatur

- BEHLING, H. (2007): Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. *Vegetation History and Archaeobotany* 16(2-3): 77-85.
- BEHLING, H., PILLAR, V.D., ORLÓCI, L. & BAUERMANN, S.G. (2004): Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203: 277-297.
- BOLDRINI, I.I. (1997): Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. *Boletim do Instituto de Biociências UFRGS*, 56: 1-39.
- BOLDRINI, I.I. (2002): Campos Sulinos: caracterização e biodiversidade. In: ARAÚJO, E.d.L., MOURA, A.d.N., SAMPAIO, E.V.d.S.B., GESTINARI, L.M.d.S. & CARNEIRO, J.d.M.T. (Hrsg.): Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. UFRPE, S. 95-97.
- BOLDRINI, I.I. (2009): A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (Hrsg.): Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 63-77.
- BOLDRINI, I.I., EGGERS, L., MENTZ, L., MIOTTO, S.T.S., MATZENBACHER, N.I., LONGHI-WAGNER, H.M., TREVISAN, R. & SCHNEIDER, A.A. (2009): Flora In: BOLDRINI, I.I. (Hrsg.): Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 38-94.
- DUARTE, L.D.S., MARCHESINI, M.D.S., HARTZ, S.M. & PILLAR, V.D. (2006): Role of nurse plants in Araucaria Forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31(4): 520-528.
- FERREIRA, P.M.A., S.C. MÜLLER, I.I. BOLDRINI, & L. EGGERS (im Druck): Floristic and vegetation structure of a granitic grassland in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*.
- FIDELIS, A., MÜLLER, S., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. (2006): Efeito do fogo na biomassa aérea e subterrânea dos Campos Sulinos. In Campos XRG (Hrsg.): Desafios e oportunidades do Biomas Campos frente à expansão e intensificação agrícola. EMPRAPA, Pelotas.
- FIDELIS, A. (2008): Fire in subtropical grasslands in Southern Brazil: effects on plant strategies and vegetation dynamics. Diss. TU München.
- FIDELIS, A., APPEZZATO-DA-GLORIA, B. & PFADENHAUER, J. (2009): A importância da biomassa e das estruturas subterrâneas nos Campos Sulinos. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (Hrsg.): Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 88-100.
- GARCIA, E.N. (2009): O banco de sementes no solo nos Campos Sulinos. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (Hrsg.): Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 78-87.
- HEISLER, J.L., BRIGGS, J.M. & KNAPP, A.K. (2003): Long-term pattern of shrub expansion in a C4-dominated grassland: fire frequency and the dynamics of shrub cover and abundance. *American Journal of Botany* 90: 423-428.
- HERMANN, J.-M. (2009): Pioneer woody species in southern Brazilian grasslands: Life history traits and population dynamics. Diss. TU München.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2004): Mapa de Biomas do Brasil. <http://www.ibge.gov.br>
- KLEIN, R.M. (1975): Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Boletim Paraense Geociências* 33: 67-88.
- MACHADO, R.E. (2004): P adrões vegetacionais em capões de floresta com Araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Masterarbeit PPG-Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, Brasilien.
- MÜLLER, S.C. (2005): Padrões de espécies e tipos funcionais de Plantas lenhosas em bordas de floresta e Campo sob influência do fogo. Diss. PPG-Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, Brasilien.
- MÜLLER, S.C., OVERBECK, G., PFADENHAUER, J. & PILLAR, V.D. (2007): Plant Functional Types of Woody Species Related to Fire Disturbance in Forest-Grassland Ecotones. *Plant Ecology* 189(1): 1-14.

NABINGER, C., FERREIRA, E.T., FREITAS, A.K., FACCIO CARVALHO, P.C. & SANT'ANNA, D.M. (2009):

Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (Hrsg.): Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 175-198.

NIMER, E. (1990):

Clima. In: IBGE (Hrsg.): Geografia do Brasil: Região Sul. IBGE, S. 151-187.

OLIVEIRA, J.M. (2003):

Padrões e processos espaço-temporais em ecotonos de campos e floresta com Araucária, em São Francisco de Paula, RS. Master Thesis, UFRGS, Porto Alegre, Brasilien.

OLIVEIRA, J.M. & PILLAR V.D. (2004):

Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5:197-202.

OVERBECK, G. & PFADENHAUER, J. (2007):

Adaptive strategies to fire in subtropical grasslands in southern Brazil. *Flora* 202 (1): 27-49.

OVERBECK, G., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. (2005):

Fine-scale post-fire dynamics in South Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science* 16: 655-664.

OVERBECK, G., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. (2006a):

Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66 (4): 1073-1090.

OVERBECK, G., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. (2006b):

No stimulation of germination by heat found in subtropical grassland species. *Plant Ecology* 184 (2): 237-243.

OVERBECK, G., MÜLLER, S.C., FIDELIS, A.T., PFADENHAUER, J., PILLAR, V.D., BLANCO, C.C., BOLDRINI, I.I., BOTH, R. & FORNECK, E.D. (2007):

Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9 (2): 101-116.

PILLAR, V.D. & QUADROS, L.F. 1997:

Grassland-forest boundaries in Southern Brazil. *Coenoses* 12 (2-3): 119-126.

WATZLAWICK, L., FARINHA, N.L., SPATHELF, P., REIF, A., WINCKLER CALDEIRA, M.V. & SAQUETTA, C.R. (ohne Jahreszahl):

Die phytogeografischen Einheiten von Paraná, Brasilien. URL: [http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1036/pdf/Distiller\\_Livro%20Fitogeografia\\_24.05.pdf](http://www.freidok.unifreiburg.de/volltexte/1036/pdf/Distiller_Livro%20Fitogeografia_24.05.pdf) [abgerufen 17.8.2008].

#### **Anschriften der Verfasser**

Dr. Julia-Maria Hermann  
Lehrstuhl für Vegetationsökologie  
Technische Universität München  
Emil-Ramann-Str. 6  
85350 Freising  
Julia-Maria.Hermann@gmx.de

Dr. Gerhard Overbeck  
Akademie für Raumforschung und Landesplanung  
Hohenzollernstr. 11  
30161 Hannover  
gerhard\_overbeck@yahoo.com

Dr. Sandra Cristina Müller  
Departamento de Ecologia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Av. Bento Gonçalves 9500  
Porto Alegre  
CEP 91501-970  
RS, Brasilien  
sandra.muller@ufrgs.br

PhD Alessandra Fidelis  
Departamento de Ecologia  
Universidade de São Paulo  
Rua do Matão  
Trav. 14, 321, Sao Paulo  
CEP 05508-900  
SP, Brasilien  
atfidelis@gmail.com

## Laufener Spezialbeiträge 2/09

Vegetationsmanagement und Renaturierung –  
Festschrift zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer

ISSN 1863-6446 – ISBN 978-3-931175-87-0

Verkaufspreis 10,- €

Die Themenheftreihe „Laufener Spezialbeiträge“ (abgekürzt: LSB) ging im Jahr 2006 aus der Fusion der drei Schriftenreihen „Beihefte zu den Berichten der ANL“, „Laufener Forschungsberichte“ und „Laufener Seminarbeiträge“ hervor und bedient die entsprechenden drei Funktionen.

Daneben besteht die Zeitschrift „ANLIEGEN NATUR“ (vormals „Berichte der ANL“).

### Herausgeber und Verlag:

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)

Seethalerstr. 6

83406 Laufen a.d.Salzach

Telefon: 08682/8963-0

Telefax: 08682 8963-17 (Verwaltung)

08682 8963-16 (Fachbereiche)

E-Mail: [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)

Internet: <http://www.anl.bayern.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit zugeordnete Einrichtung.

### Schriftleitung:

Ursula Schuster, ANL

Telefon: 08682 8963-53

Telefax: 08682 8963-16

[Ursula.Schuster@anl.bayern.de](mailto:Ursula.Schuster@anl.bayern.de)

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Autoren verantwortlich. Die mit dem Verfasseramen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Schriftleiterin wieder.

### Schriftleitung und Redaktion für das vorliegende Heft:

Ursula Schuster und Dr. Harald Albrecht,

Lehrstuhl für Vegetationsökologie,

Technische Universität München.

### Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Ulrich Ammer, PD Bernhard Gill,

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Haber, Prof. Dr. Klaus Hackländer,

Prof. Dr. Ulrich Hampicke, Prof. Dr. Dr. h. c. Alois Heißenhuber,

Prof. Dr. Kurt Jax, Prof. Dr. Werner Konold, Prof. Dr. Ingo Kowarik,

Prof. Dr. Stefan Körner, Prof. Dr. Hans-Walter Louis,

Dr. Jörg Müller, Prof. Dr. Konrad Ott, Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer,

Prof. Dr. Ulrike Pröbstl, Prof. Dr. Werner Rieß,

Prof. Dr. Michael Suda, Prof. Dr. Ludwig Trepl.

### Herstellung:

Satz: Hans Bleicher, Grafik · Layout · Bildbearbeitung,  
83410 Laufen

Druck und Bindung:

Korona Offset-Druck GmbH & Co.KG, 83395 Freilassing

### Erscheinungsweise:

unregelmäßig (ca. 2 Hefte pro Jahr).

### Urheber- und Verlagsrecht:

Das Heft und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge, Abbildungen und weiteren Bestandteile sind urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der ANL und der AutorInnen unzulässig.

### Bezugsbedingungen/Preise:

Jedes Heft trägt eine eigene ISBN und ist zum jeweiligen Preis einzeln bei der ANL erhältlich: [bestellung@anl.bayern.de](mailto:bestellung@anl.bayern.de) oder über den Internetshop [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de).

Auskünfte über Bestellung, Versand und Abonnement:

Annemarie Maier,

Tel. 08682 8963-31

Über Preise und Bezugsbedingungen im einzelnen:  
siehe Publikationsliste am Ende des Heftes.

### Zusendungen und Mitteilungen:

Manuskripte, Rezensionsexemplare, Pressemitteilungen, Veranstaltungsankündigungen und -berichte sowie Informationsmaterial bitte nur an die Schriftleiterin senden.

Für unverlangt Eingereichtes wird keine Haftung übernommen und es besteht kein Anspruch auf Rücksendung.

Wertsendungen (Bildmaterial) bitte nur nach vorheriger Absprache mit der Schriftleiterin schicken.