

# Anthropogene Einflüsse auf die Dynamik artenreicher Wald-Graslandmosaiken in Porto Alegre, Südbrasilien

## *Anthropogenic influences on the dynamics of species-rich forest-grassland mosaics in Porto Alegre, Southern Brazil*

Wolfram ADELMANN und Gerhard OVERBECK

### Zusammenfassung

Im Umfeld von Porto Alegre (Südbrasilien) wurde anhand von Luft- und Satellitenbildern der Landnutzungswandel analysiert. Der Schwerpunkt lag auf der Bewertung des anthropogenen Einflusses auf die naturnahen Wald-Grasland-Mosaiken um Porto Alegre. Die Daten zeigen klar den Verlust naturnaher Flächen durch die Ausweitung von Siedlungsflächen. Häufige Feuer stabilisieren die Wald-Grasland-Grenze und sind ein wichtiger Faktor für die Offenhaltung der artenreichen Grasländer.

### Summary

Land use changes in Porto Alegre (Southern Brazil) were analyzed by help of aerial and satellite photos. The main focus was the assessment of anthropogenic influences on the forest-grassland-mosaics. The data clearly show the losses of natural vegetation due to expansion of settlement areas. Frequent fires stabilize the forest-grassland-boundary and can be considered an important factor for maintenance of species-rich grasslands.

### Einleitung

Die unmittelbar an die südbrasilianische Metropole Porto Alegre (1,37 Mio. Einwohner, 30°03' S, 51°07' W) angrenzende granitische Hügelkette ist geprägt durch ein artenreiches Wald-Grasland-Mosaik. Teile der Waldflächen sind dem Kerngebiet des Biosphärenreservates „Mata atlântica“ zugeordnet (MARCUIZZO et al. 1998) und besitzen internationale Bedeutung. Grundsätzlich wird das Gebiet sowohl klimatisch (Cfa-Klima nach Köppen), als auch edaphisch als waldfähig eingeschätzt (LIVI 1998). Die südbrasilianischen Grasländer generell (siehe auch HERMANN et al. in diesem Band) gelten als Relikte aus einem trockeneren und kühleren Klima, die durch Beweidung und Feuer, hauptsächlich anthropogenen Ursprungs, bis heute stabilisiert werden (BEHLING 2002, BEHLING et al. 2007). Durch den gegenwärtigen Landnutzungswandel sind vor allem die Grasländer hochgradig bedroht, da sie im Gegensatz zu den Wäldern keinen offiziellen Schutzstatus besitzen. Jährlich auftretende Brände, welche allerdings nach der brasilianischen Naturschutzgesetzgebung verboten sind, bleiben der einzige Faktor zur Offenhaltung der Grasländer um Porto Alegre.

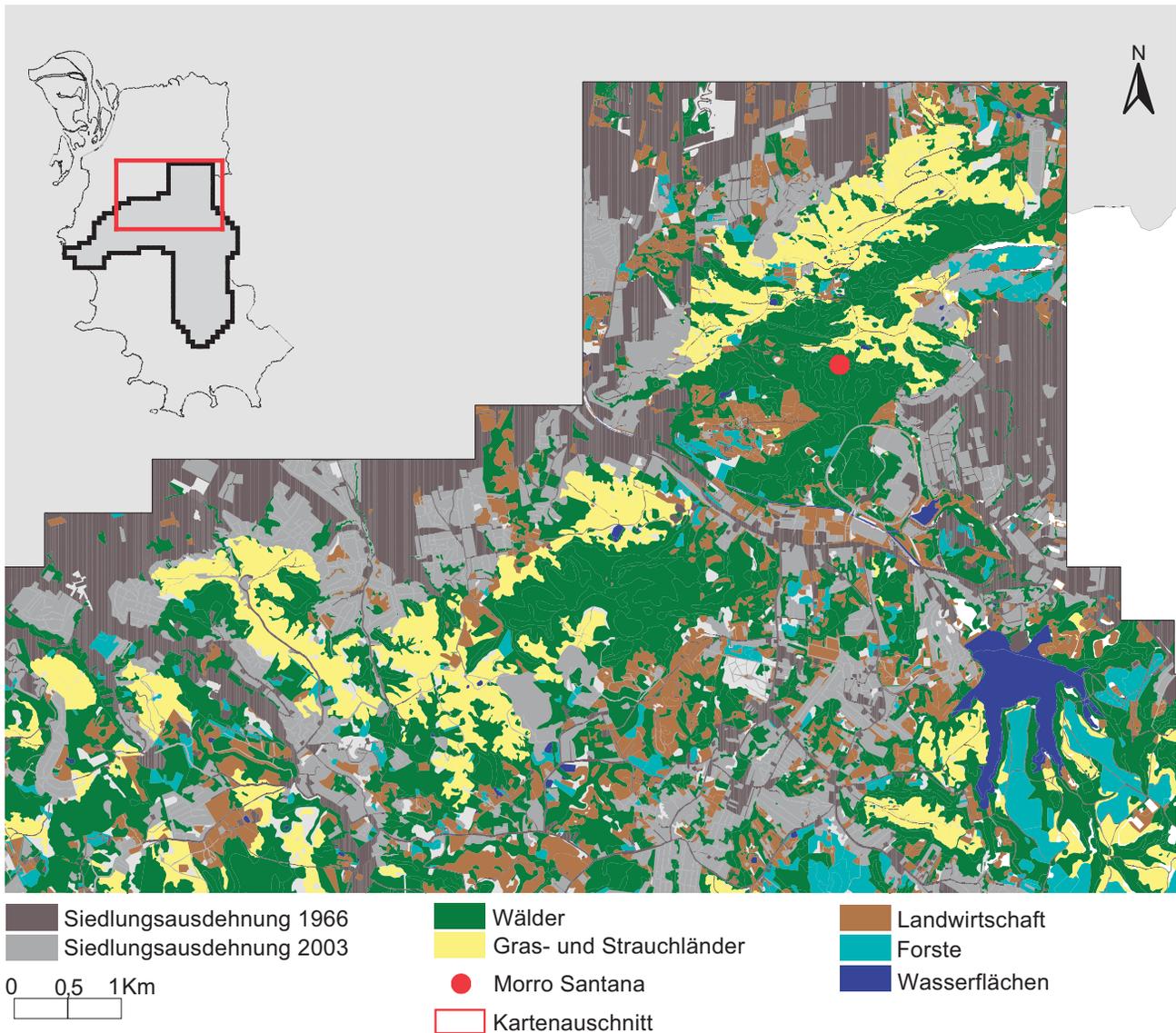
Ziel dieses Beitrags ist die Klärung, inwieweit sich der Landnutzungswandel negativ auf das Wald-Grasland-Mosaik auswirkt und welchen Einfluss häufige Feuer auf dessen Dynamik haben.

### Methoden

Mittels Luft- und Satellitenbildinterpretation wurden Vegetation und Landnutzung in einem Geogra-

phischen Informationssystem erfasst. Grundlage bilden georeferenzierte S/W-Luftbilder der Jahre 1966, 1991, orthorektifizierte Luftbildmosaiken von 1999 sowie hochauflösende Satellitenbilder (Quickbird 1m) von 2003. Zur Klassifizierung von Vegetation und Landnutzung dienten physiognomisch-strukturelle Kriterien, sichtbare Nutzungsunterschiede sowie floristische Informationen (detaillierte Darstellung in ADELMANN 2006). Bei kleinräumigen Mosaiken (kartierbare Untergrenze: 5 m) wurde der prozentuale Deckungsgrad (10 %-Stufen) der verschiedenen Typen innerhalb einer Fläche geschätzt und als Mischtyp kartiert. Innerhalb der Grasländer wurde die Zu- beziehungsweise Abnahme der Strauchflächen in einer 10 %-Deckungsskala geschätzt. Eine flächige Landnutzungs- und Vegetationskarte wurde für das 141 km<sup>2</sup> große Untersuchungsgebiet (Abbildung 1) erstellt (M 1:10000, Basis 2003). Für eine detaillierte Analyse der Veränderungen wurden fünf Teiluntersuchungsgebiete (Subplots) á 3 km<sup>2</sup> ausgewählt und eine Kartierung im Maßstab 1:1000 für die Jahrgänge 1991, 1999 und 2003 durchgeführt.

Den Fernerkundungsdaten wurden vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Morro Santana (portugiesisch morro = Hügel) gegenübergestellt, durchgeführt jeweils 2002 und 2003 (insgesamt 48 Plots von 0,75 m<sup>2</sup> in Graslandbereichen mit unterschiedlicher Brandgeschichte und Vegetationsstruktur, angeordnet in Transekten von der Wald-Grasland-Grenze in das offene Grasland). Ein Teil der Untersuchungsflächen wurde experimentell abgebrannt. Eine ausführliche Darstellung findet sich in OVERBECK et al. 2005, 2006 sowie MÜLLER et al. 2007; in diesem Bei-



Kleine Karte: Lage Untersuchungsgebiet und Kartenausschnitt im Gemeindegebiet Porto Alegre

**Abbildung 1:** Ausschnitt aus der Landnutzungs- und Vegetationskarte (2003), kombiniert mit den Siedlungsständen von 1966. Markiert: höchster Punkt des Morro Santana (311 m ü.N.N.)

trag werden wesentliche Ergebnisse zusammengefasst. Der Morro Santana, seit 2006 privates Schutzgebiet der Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, weist eine typische Vegetationsverteilung auf: Seine Südflanke ist durch Wälder geprägt, auf der Hügelkuppe herrscht ein Mosaik aus Wald und Grasland vor und die Nordhänge sind durch Grasländer und gewässerbegleitende Niedrigwälder geprägt.

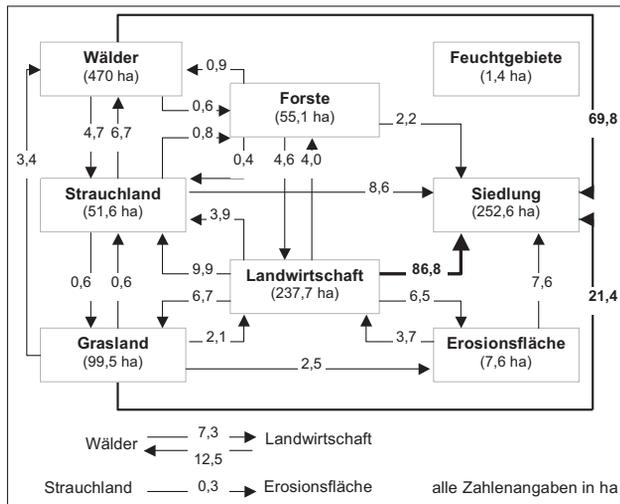
## Ergebnisse

### Landnutzung und Landnutzungswandel

Die Flächennutzung in 2003 weist mit 6240 ha (45% des Untersuchungsgebietes) noch große naturnahe Bereiche auf (ca. 3800 ha Wälder, 1150 ha naturnahe Grasländer, 1290 ha Strauchländer mit Strauchdeckung >50%). Die stadtnahen Naturflächen grenzen unmittelbar an Siedlungsflächen an, zumeist (zu 78%)

an Marginalviertel (portugiesisch favelas), selten (zu 10%) auch an Plansiedlungen mit luxuriöser Villenbebauung (portugiesisch condomínios fechados). Bei der Ausbreitung der Stadtflächen von 1966 bis 2003 wurden flache Neigungen und Tallagen bevorzugt besiedelt, wodurch die einzelnen Hügel von Siedlungen umschlossen werden (vergleiche Abbildung 1) und die Hügelkuppen als isolierte Inseln übrig bleiben. Meist wurden im Anschluss die steilen Nordhänge durch Favelas besiedelt, die Kuppen mit attraktiver Aussichtslage durch condomínios fechados (vergleiche ADELMANN & ZELHUBER 2004).

Zwischen 1966 und 2003 entstanden ca. 2300 ha neue Siedlungen, davon ca. 540 ha zwischen 1991 und 2003. Diese wurden zu 33,7% auf vorher von Grasland und Graslandbrachen eingenommenen Flächen errichtet, gefolgt von ca. 20% in bewirtschaftetem Grasland und ca. 19% in Wäldern. Neben dem direkten Verlust von Freiflächen findet in den unmittelbar an



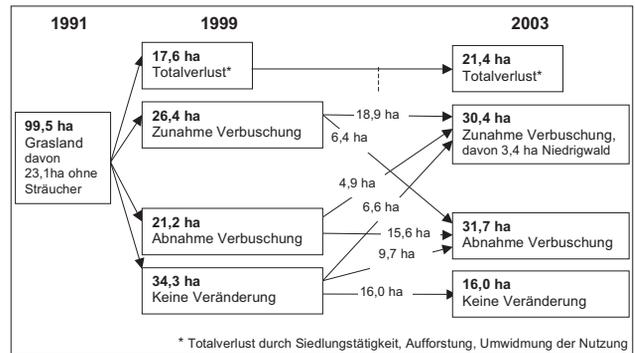
**Abbildung 2:** Flächenveränderungen der Landnutzungen innerhalb aller Subplots (5x3 km<sup>2</sup>) von 1991 bis 2003 (Angaben in Klammern: Fläche in 1991)

Marginalsiedlungen angrenzenden Bereichen eine Degradierung, zum Beispiel durch Brennholznutzung und Erosion statt: Ca. 12,9% des Graslandes – die Bereiche an steilen Hängen – zeigen im Luftbild erkennbare Erosionsspuren. Diese Degradierung nahm von 1991 bis 2003 um 6,6% auf 122 ha zu. Die Marginalsiedlungen sind oft Ausgangspunkt der illegalen Feuer.

In Bereichen, in denen die Stadtsiedlungen näher rücken (Umkreis von ca. 3 km) ist eine Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung zu beobachten, so dass Brachen, sekundäre Strauchländer und Niedrigwälder entstehen. Die Waldfläche nimmt von 1966 bis 2003, im Gegensatz zur Graslandfläche, nicht ab, sondern sogar von ca. 2900 ha auf 3540 ha zu. Diese Sekundärwälder sind zu 88% extrem kleinflächig (<3 ha). In stadferneren Bereichen werden durch Waldrodung hingegen neue landwirtschaftliche Flächen erschlossen (ca. 340 ha). Die Stadtexpansion schiebt somit bildlich eine Welle von stadtnahen Brachen und stadtferner Neuaufnahme der Landwirtschaft vor sich her. Natürliche oder naturnahe Bereiche werden vernichtet, isoliert oder degradiert. Auch die Flächenentwicklung 1991-2003 der Subplots spiegelt diese Entwicklung wider (Abbildung 2): Deutlich werden die Flächenverschiebungen zwischen Aufnahme und Brachfallen der landwirtschaftlichen Nutzung, der Verlust der Freiflächen durch Siedlungen sowie die relativ geringe Veränderung der Flächenanteile innerhalb der Naturflächen.

**Feuer als Schlüsselfaktor für die Dynamik der Grasländer**

Abbildung 3 zeigt die Zu- und Abnahme von Strauchdeckungen im Grasland in den fünf Subplots von 1991 bis 2003. Die Grasländer sind hochdynamisch und weisen ein kleinräumiges Mosaik von verschiedenen Sukzessionsstadien auf. Lediglich 16% der Fläche in 2003 zeigten keine Veränderung gegenüber



**Abbildung 3:** Entwicklung der Verbuschung der Grasländer von 1991-2003 in den Subplots

dem Zustand in 1991. Sieht man vom erheblichen Totalverlust an Grasland durch Siedlungen (20,5 ha) einmal ab, so zeigt sich, dass nur 0,9 ha des Graslandes sich zu Niedrigwald entwickeln (vergleiche Abbildung 2). Bei 3,4 ha des Graslandes nahm die Verbuschung um über 50% zu, so dass sie in die Klasse der Strauchländer eingestuft wurden. Von diesen wurden 0,4 ha gebrannt, so dass sie wieder in die Klasse der Grasländer zurückfielen. Die Klasse der Strauchländer ist somit nicht von denen der Grasländer zu trennen, da sie brennbar und somit rückwandelbar sind. Entwickelt sich allerdings ein Niedrigwald (ca. 5 m Höhe), so bleibt dieser bestehen, da die Feuer in diesen Vegetationstyp nicht mehr eindringen (siehe Diskussion). Im Zeitraumen von 12 Jahren konnte dies nur in geringem Maße beobachtet werden. Eine messbare Verschiebung der Waldgrenze, im Sinne einer natürlichen Ausdehnung der Wälder, ist nicht feststellbar. Häufiger ist eine Veränderung der Waldgrenzen durch Holzeinschlag, während sich ehemals gerodete Waldflächen wieder erholen. Am Morro Santana hingegen (ein Subplot) sind die Waldgrenzen in der Zeitreihe 1991-2003 sehr stabil, sogar im Vergleich zu 1966. In diesem Gebiet finden sehr häufige Feuer statt – innerhalb von ca. 3-5 Jahren brennen fast alle Flächen einmal (eigene Beobachtung). Zu- und Abnahme der Verbuschung halten sich in etwa die Waage, wenngleich sie räumlich stark fluktuieren (Abbildung 3). Daneben ist festzustellen, dass Einzelindividuen von exotischen Arten wie *Acacia negra* und *Pinus spec.*, die sich aus Forstkulturen in die Grasländer ausbreiten, Brände überleben.

Die vegetationsökologischen Untersuchungen stützen die Ergebnisse der Luftbildanalyse. Aus der Entwicklung der Artenzahlen und der Vegetationsstruktur (ausführlich in OVERBECK et al. 2005) in Abhängigkeit der Brandgeschichte lässt sich bereits auf ein grobes Modell der Vegetationsentwicklung schließen: Kurz nach einem Brand (ca. 3 Monate) sind rund 50% des Bodens noch unbedeckt. Die höchste Deckung nehmen die wieder austreibenden Horstgräser ein. Vor allem die krautigen Arten nehmen jetzt schnell zu (vor allem Wiederaustrieb aus unter-

irdischen Organen). Nach rund einem Jahr liegt der Anteil des offenen Bodens bei unter 20%, bereits 10% der Fläche sind von stehender toter Biomasse (ebenfalls im Wesentlichen der Horstgräser) bedeckt. Die Artenzahl ist nun am höchsten, geht dann mit mehr Zeit seit dem letzten Feuer langsam zurück, während die Vegetationsdecke dichter wird und sich vor allem durch die Horstgräser kontinuierlich tote Biomasse akkumuliert. Diese bildet dann den Hauptbrennstoff für den nächsten Brand. Die Graslandsträucher nehmen vor allem ca. 2-3 Jahre nach dem Brand stark an Deckung zu, bilden aber keine dichte oder gar geschlossene Vegetationsdecke. Die Vegetation der Graslandflächen direkt an der Waldgrenze unterscheidet sich hinsichtlich Struktur und Artenzusammensetzung deutlich vom offenen Grasland; der Einfluss der Waldgrenze beschränkt sich jedoch auf wenige Meter (stärkere Deckung von Gehölzen, vor allem Lianen).

### Zusammensetzung und Struktur der Grasländer

Insgesamt wurden bei den Vegetationsuntersuchungen (hier: Daten 2002) 232 Arten festgestellt, von denen 201 vollständig identifiziert werden konnten. Die artenreichsten Familien waren Asteraceen (42 Arten aus 21 Genera) und Poaceen (40/21), gefolgt von Fabaceen (16/14), Rubiaceen (12/5) und Cyperaceen (9/5). Dabei war auch kleinräumig die Artenvielfalt sehr groß: in den Plots von 0,75 m<sup>2</sup> konnten durchschnittlich 33,9 Arten (mindestens 19, maximal 48; Berücksichtigung nur der Plots im offenen Grasland) festgestellt werden. Physiognomisch dominierend waren in diesen Plots Horstgräser (vor allem *Elionurus muticus*, *Aristida flaccida*, *A. laevis*; ausführliche Ergebnisse siehe OVERBECK et al. 2006). Daneben spielen auch Sträucher – und zwar Arten des Graslandes, nicht des Waldes – eine wichtige Rolle, mit durchschnittlich 14,4% Deckung (vor allem Asteraceen, zum Beispiel *Baccharis cognata*, *B. leucopappa*, *Eupatorium ivaeifolium*, *E. ligulaefolium*, *Veronia nudiflora*, *Heterothalamus psiadioides*). Neben einigen wenigen großen, stellenweise sehr abundanten Rosettenpflanzen (sehr auffällig: *Eryngium horridum*; vergleiche FIDELIS et al. 2007), konnte eine große Anzahl krautiger Arten mit sehr niedrigen Abundanzwerten festgestellt werden. Über 50% der Arten wurden in weniger als 10% der Plots nachgewiesen. Dabei ist die Artenzusammensetzung bereits über vergleichbar kleine Distanzen sehr heterogen; es liegen jedoch bislang keine Untersuchungen zu den Verteilungsmustern einzelner Arten oder Artengruppen vor.

### Diskussion

Die Stabilisierung der Grasländer unter einem waldfähigen Klima am Morro Santana und auf weiteren Hügeln um Porto Alegre ist aktuell eine Folge der frequenten Feuer, in der Regel anthropogenen Ursprungs; Beweidung spielt im Gebiet heute kaum ei-

ne Rolle. Die Feuer werden hauptsächlich von den Bewohnern der Favelas gelegt, zum Beispiel um die Flächen von Vegetation zu befreien und somit die (illegalen) Siedlungen erweitern zu können oder um das Wachstum bestimmter Graslandarten zu fördern, die als Tee-pflanze verkauft werden. Die Ergebnisse zur Rolle des Feuers auf Zusammensetzung und Struktur der Grasländer sowie auf die Wald-Grasland-Dynamik am Morro Santana dürften auch auf andere granitische Hügel der Region übertragbar sein.

### Artenreichtum der Grasländer

OVERBECK et al. (2006) gehen, basierend auf weiteren Untersuchungen (zum Beispiel AGUIAR et al. 1986), für die Graslandfläche von ca. 220 ha am Morro Santana von einer Gesamtartenzahl von 450 bis 500 Arten aus. Der hohe naturschutzfachliche Wert der Grasländer in der Region wird daneben auch durch einige sehr seltene Arten bestimmt (zum Beispiel *Moritzia ciliata*, vergleiche ausführl. SCHLOSORSCH 2004, und *Schlechtendahlia luzulifolia*). Die Untersuchungen lassen darauf schließen, dass in den Grasländern um Porto Alegre – wie in vielen anderen feuergeprägten Vegetationstypen – vor allem die Reduzierung der Deckung der dominierenden Arten (hier der Horstgräser) durch die häufige Störung zur hohen Artenvielfalt führt (vergleiche OVERBECK et al. 2005). Die hohe Brandfrequenz trägt möglicherweise ebenso zur hohen Artenzahl bei, da die Chance der Kongruenz von Rekrutierungsereignissen und passenden Mikrohabitaten steigt (MORGAN 1998). Die Arten des Graslandes sind an häufige Feuer angepasst. Knapp 68% der Graslandarten am Morro Santana sind in der Lage, nach einem Brand aus unterirdischen Organen wieder auszutreiben (Geophyten, hemikryptophytische Kräuter und Sträucher). Rund 24% der Arten (fast ausschließlich die Horstgräser) können als „Resister“ nach einem Brand aus ihren oberirdischen Organen wieder austreiben, da die dicht gepackten Blattscheiden sie vor dem Feuer schützen. (Angaben aus OVERBECK & PFADENHAUER 2006; vergleiche auch FIDELIS 2009). Nur ein geringer Anteil der Arten scheint auf Regenerierung aus Samen angewiesen sein; zu dieser Gruppe gehören jedoch einige der physiognomisch sehr dominanten Graslandsträucher (siehe auch HERMANN et al. in diesem Band), die die Grasländer zum Teil als niedriges, offenes Strauchland erscheinen lassen. Möglich erscheint, dass diese windverbreiteten Arten gerade nach einem Brand besonders gute Rekrutierungsmöglichkeiten haben, hierzu fehlen jedoch bislang Untersuchungen. Die auf dem Morro Santana durchgeführten Vegetationsuntersuchungen unterstützen die Ergebnisse der GIS-Analysen, dass die Wald-Grasland-Grenze im zeitlichen Verlauf weitgehend stabil ist: Zwar ist an den Waldrändern ein Vordringen der Waldgrenze vor allem durch Lianen und einzelne im Waldtrauf aufkommende Sträucher zu

erkennen, durch die regelmäßigen Brände wird dieser laubreiche Waldrand jedoch zerstört, während die Feuer nicht in den Wald selber eindringen, wo kaum brennbare Biomasse vorhanden ist (vergleiche KLEBE 2003). Insgesamt bedeutet dies einen nur relativ langsamen Verbuschungs- und Wiederbewaldungsprozess, wie in der Luftbilddauswertung klar zum Ausdruck kommt.

KLEBE (2003) hält es nach seiner Analyse von Brandereignissen und Vegetationsstruktur am Morro Santana für möglich, dass – in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen – jährliche Brände in den Grasländern möglich sind. Dies entspricht Aussagen zu anderen produktiven Graslandssystemen (BOND et al. 2003). Nach welchem Zeitintervall die Sukzession so weit fortgeschritten ist, dass die Graslandsträucher und/oder Pionierarten der Wälder die Krautschicht soweit zurückgedrängt haben, dass nicht mehr ausreichend brennbare Biomasse für ein Feuer zur Verfügung steht, kann kaum gesagt werden. Nur in einem Bereich konnte in 12 Jahren eine Sukzession hin zu einem Niedrigwald nachgewiesen werden; diese Zahl kann allerdings – da verschiedene Faktoren zusammenspielen (zum Beispiel Exposition, einhergehend mit edaphischen Bedingungen) – nur als grober Orientierungswert gelten. Zumindest die Graslandsträucher der granitischen Hügel um Porto Alegre entwickeln jedoch durchweg kein dichtes Blätterdach und scheinen auch nicht sehr langlebig zu sein (vergleiche auch HERMANN 2009), so dass sie die Grasschicht wohl kaum in starkem Ausmaß zurückdrängen. Pionierarten der Wälder finden sich im Gebiet hauptsächlich in von Feuer geschützten „Safe Sites“, also zum Beispiel zwischen einzelnen Granitfelsen (MÜLLER et al. 2007). Ausgehend von diesen Wald-Nuklei konnten sich am Morro Santana an einigen Stellen kleinere Gehölzinseln bilden, die jedoch von starken Feuern (zum Beispiel bei entsprechenden Witterungsbedingungen und viel brennbarer Biomasse) auch wieder stark zurückgedrängt werden können. Langfristige Beobachtungen der Vegetationsentwicklung unter dem Ausschluss von Feuer stehen für die Grasländer und Wald-Grasland-Grenzen im Gebiet um Porto Alegre noch aus.

### **Bedrohung des Wald-Graslandmosaiks durch Siedlungsentwicklung**

Deutlich ist die massive Bedrohung der naturnahen Flächen – neben den hier behandelten Grasländern auch die artenreichen (zum Beispiel AGUIAR et al. 1986) Wälder – durch die fortschreitende Expansion der Stadt Porto Alegre. Das Problem wurde von politischer Seite zwar erkannt – im Stadtentwicklungsplan (Plano Diretor) von 1999 sind die Wald-Grasland-Mosaik weitgehend von der Siedlungsentwicklung ausgenommen; dennoch findet illegale Siedlungstätigkeit sowohl durch Marginal- als auch durch Luxussiedlungen weiterhin statt (ADELMANN 2006). Schutzgebietsverwaltungen sehen sich gezwungen,

die wertvollen Gebiete einzuzäunen und bewachen zu lassen. Die Isolierung der Freiflächen wird sich damit nur verstärken. Entwicklungsszenarien gehen bei einer Fortführung bisheriger Siedlungstätigkeit von einer vollständigen Isolierung der einzelnen Hügel im Jahr 2030 aus (ADELMANN & ZELHUBER 2004; ADELMANN et al. 2004). Hoffnungsvoll sind anlaufende Projekte, die mittels partizipativer Stadtplanung alternative Siedlungsflächen entwickeln (ZELHUBER 2004a, b). Immer noch fehlen jedoch konkrete Planungen, der Isolierung der Hügel entgegenzuwirken. Umso konsequenter muss über Erhaltungsstrategien innerhalb der Schutzgebiete nachgedacht werden.

### **Feuer als Management-Werkzeug?**

Viele Grasländer und Savannen weltweit sind durch regelmäßige Brände geprägt (vergleiche zum Beispiel BOND & V. WILGREN 1996), so zum Beispiel auch im brasilianischen Cerrado. In vielen Regionen der Welt handelt es sich dabei zumindest teilweise um natürliche Brände. Im Untersuchungsgebiet dieser Arbeit ist das offensichtlich nicht der Fall: Die Untersuchung eines Torfprofils vom Gipfel des Morro Santana (BEHLING et al. 2007) lässt darauf schließen, dass die Feuer auch in der Vergangenheit im Wesentlichen anthropogenen Ursprungs waren. Die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass eine Unterdrückung von Feuern zum Verlust der Grasländer führen würde – zumindest solange nicht beweidet oder gemäht wird. Da die Graslandflächen um Porto Alegre für Rinderzucht zu klein und zu fragmentiert sind und ein Vegetationsmanagement durch Mahd aus finanziellen Gründen unwahrscheinlich ist, bleiben regelmäßige Feuer als sinnvolles Mittel zur Erhaltung der Grasländer. Sollte es gelingen, in den Graslandflächen des 2006 eingerichteten Schutzgebiets das derzeitige unkontrollierte Brandregime durch geplante Feuer (das heißt unter kontrollierten Bedingungen, zu bestimmten Jahreszeiten, etc.) zu ersetzen, bestünde neben dem Beitrag zur Erhaltung der Graslandvegetation vor allem die Chance, den bislang nur lückenhaft bekannten Einfluss von Feuer auf Dynamik und Zusammensetzung der Grasländer besser zu untersuchen.

### **Danksagung**

Herzlich bedanken möchten wir uns bei den brasilianischen Kolleginnen und Kollegen Sandra C. Müller, Maria Luiza Porto, Eduardo D. Forneck und Valério D. Pillar (Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre) für die gute Zusammenarbeit im Rahmen des Projekts „Schutz und Management von naturnaher Vegetation in der Region von Porto Alegre, RS“ (gefördert von DAAD/CAPES unter ProBral), sowie bei Andrea Zellhuber (TU München). Unser ganz besonderer Dank geht an Jörg Pfadenhauer (TU München): Durch seine guten Kontakte zur UFRGS in Porto Alegre – zurückgehend auf seine Zeit als DAAD-Gastprofessor am Departamento de Botâni-

ca 1976-1978 – wurde das Projekt erst ermöglicht. Als Koordinator der deutschen Seite bot er uns vielfältige Unterstützung, kollegialen Rat und einen stets motivierenden Arbeitsrahmen. Für seinen Ruhestand 2010 wünschen wir ihm alles Gute!

## Literatur

- ADELMANN, W. & ZELHUBER, A. (2004): Analysis of environmental conflicts in areas of urban expansion using scenario methods. Workshop "Proteção e manejo da vegetação natural da região de Porto Alegre com base em pesquisas de padrões e dinâmica da vegetação", Porto Alegre, RS. PPG Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- ADELMANN, W. (2006): Umsetzung der Biodiversitätskonvention in urbanen Expansionsräumen am Beispiel der Stadt Porto Alegre. Dissertation Techn. Univ. München.
- ADELMANN, W., ZELHUBER, A. et al. (2004): Conflicts analysis by scenarios of urban expansion – perspectives for sustainable settlement planning in biodiversity hotspots. 34. Jahrestagung der GfÖ, Gießen.
- AGUIAR, L.W., MARTAU, L., SOARES, Z.F. et al. (1986): Estudo preliminar da flora e vegetação de morros graníticos da Região da Grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Ser. Bot.* 34: 3-38.
- BEHLING, H. (2002): South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 177: 19-27.
- BEHLING, H., PILLAR, V.D., MÜLLER S. & OVERBECK G. (2007): Late Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brazil: Implications for conservation. *Applied Vegetation Science* 10 (1): 81-90.
- BOND, W.J. & WILGRAN, B.W. v. (1996): *Fire and plants*. London.
- FIDELIS, A. (2008): Fire in subtropical grasslands in Southern Brazil: effects on plant strategies and vegetation dynamics. Dissertation TU München.
- FIDELIS, A., OVERBECK, G., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. (2007): Effects of disturbance on population biology of the rosette species *Eryngium horridum* Malme in grasslands in southern Brazil. *Plant Ecology* 195 (1): 55-67.
- HERMANN, J. (2009): Pioneer species in southern Brazilian grasslands: Life history traits and population dynamics. Dissertation TU München.
- KLEBE, S. (2003): Interactions between fire and vegetation in subtropical grassland near Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TUM.
- LIVI, F. P. (1998): Elementos do clima. In: Atlas ambiental de Porto Alegre.
- MENEGAT, R., PORTO, M.L., CARRARO, C.C. & FERNANDES, L.A.D. Porto Alegre. 73-78.
- MARCUZZO, S., PAGEL, S.M. & CHIAPETTI, M.I.S. (1998): A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul – Situação atual, ações e perspectivas. São Paulo.
- MORGAN, J.W. (1998): Importance of canopy gaps for recruitment of some forbs in Themeda triandra-dominated grasslands in South-eastern Australia. *Australian Journal of Botany*. 46: 609-627.
- MÜLLER, S.C., OVERBECK, G., PFADENHAUER, J. & PILLAR, V.D. (2007): Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotone. *Plant Ecology* 189 (1): 1-14.
- 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. (2006): 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.; 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 on Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9 (2): 101-116.
- SCHLOSSORSCH, T. (2004): Population biology of *Moritzia ciliata*, Rio Grande do Sul, Brazil. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Techn. Univ. München.
- ZELHUBER, A. (2004a): Case study of participatory urban planning in the periphery of Porto Alegre, Brazil. N-Aerus Conference. Barcelona.
- ZELHUBER, A. (2004b): Cooperative planning methods applied to nature conservation and environmental planning. Workshop "Proteção e manejo da vegetação natural da região de Porto Alegre com base em pesquisas de padrões e dinâmica da vegetação", Porto Alegre, RS, PPG Ecologia, UFRGS.

## Anschriften der Verfasser:

PD Dr. Wolfram Adelman  
Lehrstuhl für Vegetationsökologie  
Technische Universität München  
Emil-Ramann-Str. 6  
85350 Freising  
adelmann@wzw.tum.de

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

Annamarie 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.