

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 18, 161-175. Hannover 2006

Subtropische Grasländer der Südhemisphäre: Verbreitung, Entstehung und Management am Beispiel des südbrasilianischen Campo

- Jörg Pfadenhauer, Freising -

Abstract

In some humid subtropical regions of the southern hemisphere grasslands predominate on large areas although the climatic conditions would allow broad-leaved evergreen (lauriphyllous) forests. In South America such grasslands form mosaics with forests in the Campo region of southern Brazil or occur as pure grassland stands in the Pampas of Uruguay and Argentina. Investigations in the Campo of the southernmost state of Brazil, Rio Grande do Sul (RS) indicate that the grasslands can be considered as relicts of some cooler and dryer climatic phases during the last glacial maximum and the early Holocene, which were stabilized by fire and grazing. The species-rich Campo vegetation consists predominantly of C4- and C3-grasses (Poaceae). Most forb species are from Asteraceae and Fabaceae. The number of cormophytes is estimated at about three to four thousand in the grasslands of RS. As the southern Brazilian grasslands are highly endangered by afforestation with exotic trees and by transformation to arable fields nature reserves should urgently be installed in order to protect the original Campo vegetation. For the maintenance of these grasslands management by fire and grazing is necessary.

1. Einleitung

Eine von Gräsern und grasartigen Pflanzen beherrschte Vegetation ist vor allem in denjenigen Gebieten der Erde physiognomisch von Bedeutung, in denen das Vorkommen von Gehölzen aus klimatischen oder edaphischen Gründen erschwert ist und weidende Pflanzenfresser, oft gepaart mit Feuer, den Bäumen eine dauerhafte Existenz erschweren. Natürliche, d.h. nicht durch die wirtschaftende Tätigkeit der menschlichen Bevölkerung und ihrer Haustiere erzeugte Grasländer sind die Kurzgrassteppen und -prärien der semiariden kühl-gemäßigten Klimazone im Innern der Kontinente, die Savannen der sommerfeuchten Tropen, die Matten der alpinen Stufe subtropischer und kühl-gemäßigter Hochgebirge sowie der Arktis und das Salzgrasland an den nordatlantischen Küsten. In humiden Regionen wie in Mittel- und Westeuropa ist Grasland fast ausschließlich das Ergebnis der Beweidung von Wäldern; die Vegetation rekrutiert sich aus Arten, die aus natürlicherweise störungsreichen Lebensräumen wie Flussauen, aus offenen Wäldern auf flachgründigen Böden oder aus Feuchtgebieten stammen, sofern sie nicht gar eingeführt und/oder züchterisch verändert wurden.

Eine Besonderheit sind die Grasländer der immerfeuchten, warm-gemäßigten Klimazone (immerfeuchte Subtropen). Sie kommen ausschließlich auf der Südhemisphäre an den Ostseiten der Kontinente vor und sind häufig verzahnt mit immergrünen (subtropischen) lauriphyllen Laubwäldern. In Südafrika bedecken sie fast 350 000 km² zwischen etwa 26 und 32 Grad südlicher Breite und erstrecken sich entlang der

Gebirgszüge des Great Escarpment über eine Höhendistanz von 0 bis etwa 3000 m NN (O'CONNOR & BREDENCAMP 2003); sie grenzen in Form breiter Übergänge an die tropischen Savannen im Norden, die Zwergstrauch-Halbwüsten im Südwesten und die subtropischen immergrünen Laubwälder im Osten.

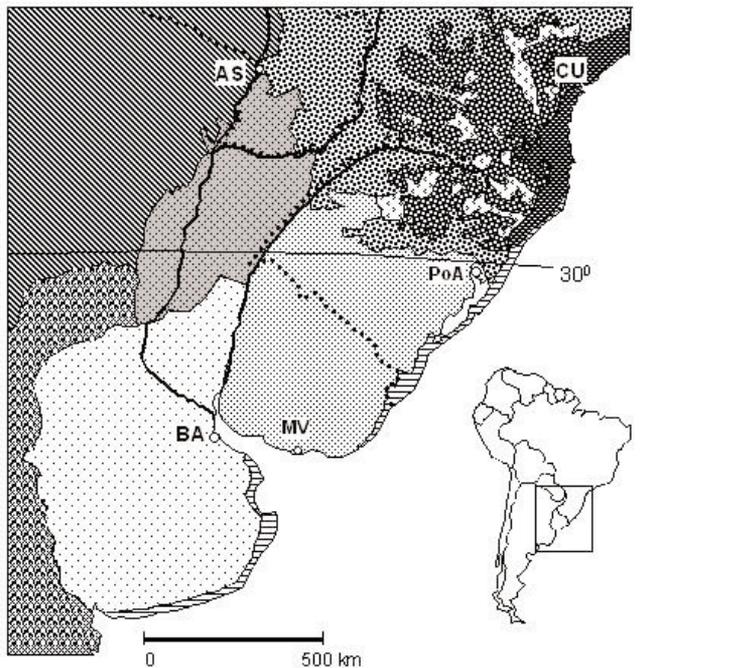
In Südamerikas Süden beginnen sie im Übergang zu den patagonischen Steppen mit der Pampa Argentiniens südlich des Rio de la Plata und bedecken als Hügelpampa (HUECK & SEIBERT 1981) fast die gesamte Fläche von Uruguay. In Brasilien kommen sie vor allem in Rio Grande do Sul vor; im nördlichen Drittel dieses südlichsten Bundesstaats Brasiliens, auf dem südbrasilianischen Hochland (Planalto), verzahnen sie sich mosaikartig mit immergrünen subtropischen Laub- und Nadelwäldern und setzen sich als Wald-Grasland-Mosaik in dieser Form über den nördlich anschließenden Bundesstaat Santa Catarina bis nach Paraná fort (Abb. 1). Sie grenzen im Nordwesten an saisonale subtropische Laubwälder der Beckenlandschaften des Rio Uruguay und Paraná, im Norden und Nordosten an die tropisch-subtropischen immergrünen Küsten- und Gebirgsregenwälder und im Südwesten und Westen an die Trockenwälder des Chaco mit stellenweise savannenartigen Strukturen („Espíñal“).

Das Klima der subtropischen Grasländer ist im Kerngebiet immerfeucht; lediglich in den Übergangsgebieten zu innerkontinentalen Trockengebieten treten bis zu vier aride Monate auf. Die jährlichen Niederschläge betragen in den südafrikanischen Grasländern zwischen 400 und über 1100 mm, in Südamerika zwischen 800 und etwa 1500 mm (WALTER & LIETH 1960-1967). Das räumlich gemeinsame Vorkommen von Wäldern und Grasland wirft die Frage auf, warum in dem offensichtlich waldfähigen Klima der immerfeuchten Subtropen der Südhemisphäre Grasländer dieser Ausdehnung existieren. Im Fall der argentinischen Pampa war diese Frage schon einmal in der Diskussion (WALTER 1967, ERIKSON 1978, BOX 1986); die Grasländer weiter im Norden in einem noch wesentlich feuchteren Klima und verzahnt mit Wäldern in Form eines Mosaiks sind dabei besonders interessant. Ziel dieses Artikels ist es deshalb, am Beispiel des südbrasilianischen Graslands mögliche Ursachen zu diskutieren und Kenntnislücken aufzuzeigen. Die Hypothese lautet: Das Grasland der immerfeuchten Subtropen Südamerikas ist ein Relikt trockener und kühler Klimaphasen im Quartär, das nach dem Beginn eines waldgünstigen Klimas durch Feuer und Beweidung stabilisiert wurde.

2. Terminologie, Vorkommen und Verbreitung

Das subtropische Grasland in Südbrasilien mit den Bundesstaaten (von Süden nach Norden) Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) und Paraná (PA) wird im allgemeinen Sprachgebrauch mit dem portugiesischen Begriff Campo (Mz. Campos) bezeichnet. Gemeint ist damit eine offene, von Gräsern beherrschte Landschaft ohne wesentlichen Gehölzanteil („campo limpo“); von Gebüsch und Zwergsträuchern durchsetztes Grasland wird „Campo sujo“ genannt. Bereits die ersten pflanzengeographischen Studien (LINDMAN 1906, RAMBO 1956a) verwenden diese Begriffe ebenso wie rezente Arbeiten (z.B. BOLDRINI 1997, PILLAR & QUADROS 1997). Die Grasländer haben weder etwas mit Steppen noch mit Savannen gemeinsam, auch wenn diese Begriffe in manchen brasilianischen (auch offiziellen) Publikationen auftauchen (TEIXERA et al. 1986, IBGE 2004). Erstere kommen in den kühl-gemäßigten Breiten unter semiariden bzw. semihumiden Bedingungen vor und finden sich in Südamerika nur in Patagonien; letztere sind Erscheinungen trockentropischer Klimate mit trockenem Winter und feuchtem Sommer, was auf das Gebiet des Cerrado und den Ostteil des Gran Chaco mit seinen trockenkahlen Laubwäldern zutrifft (SCHULTZ 2000, BRECKLE 2002).

Bereits die spanischen und portugiesischen Einwanderer fanden ausgedehnte Grasländer vor; diese sind also kein Ergebnis der Bewirtschaftung durch die europäischen Kolonisatoren, die erstmals europäische Rinder in die Region brachten und damit den Grundstock für die ausgedehnten Rinderfarmen legten (vgl. NABINGER et al 2000). Das Grasland bestimmt die Physiognomie von Uruguay sowie der Mitte und des Südens von Rio Grande do Sul etwa südlich einer Linie, die mit dem 30. Grad südlicher Breite zusammenfällt; nördlich dieser Linie greifen die Campos mosaikartig in die als „Mata Atlantica“ (sensu lato im Sinn von OLIVEIRA-FILHO & FONTES 2000) bezeichneten subtropischen Laub- und Nadelwälder (letztere mit *Araucaria angustifolia*) über (Abb. 1). Diese Linie gilt als Grenze zwischen den pflanzengeographischen Provinzen „Paraná“ im Norden und „Pampa“ im Süden (CABRERA & WILLINK 1980) und trennt die (florengographisch) eher von den tropischen Wäldern und Savannen des Amazonasbeckens und des zentralbrasilianischen Berglands bestimmten Gebiete von denjenigen im Süden, die sich durch Elemente des Gran Chaco und der



Legende

Subtropisches Grasland		Wälder		Sonstiges	
	Pampas		Subtropische immergrüne und saisonale laubphylle Wälder		Parklandschaft Entre Rios
	Campos (Hügelpampa)		<i>Araucaria angustifolia</i> -Wälder		Küstenvegetation
	Campos Sulinos		Tropischer Küstenregenwald		Subtropische Trockenwälder/ Espifal
			Trockenwälder des Gran Chaco		

AS = Assunción, CU = Curitiba, PoA = Porto Alegre, MV = Montevideo, BA = Buenos Aires

Abb. 1: Lage der subtropischen Grasländer in Südbrasilien, Uruguay und Argentinien (aus HUECK & SEIBERT 1981, verändert).

patagonischen Florenprovinz auszeichnen. In Wirklichkeit liegen die Campos Südbra-
siliens in einem Übergangsbereich zwischen dem Cerrado und den Steppen der kühl-
gemäßigten Breiten Südargentinens, was sich z. B. im Nord-Süd-Gefälle des Anteils
von C4- und C3-Gräsern belegen lässt (BURKART 1975).

Innerhalb Brasiliens wurde den Grasländern bislang nicht der Status eines eigenen
Bioms zuerkannt (OVERBECK et al. in prep.), wie im Fall der Grasländer in der Repu-
blik Südafrika. Soweit sie im Gebiet der Araucarienwälder liegen, werden sie zum
Biom „Mata Atlantica“ gerechnet und „Campos Sulinos“ genannt (IBGE 2004; „Cam-
pos limpos“ bei HUECK & SEIBERT 1981). Südlich davon werden sie der Pampa zuge-
schlagen (Hügelpampa im Sinn von HUECK & SEIBERT 1981). Das ist deshalb unbe-
friedigend, weil der Begriff Pampa gewöhnlich mit den Grasländern südlich des Rio de
la Plata assoziiert wird (SORIANO et al. 1992), wo trockenere und kühlere Klimabe-
dingungen sowie die flache, stellenweise zur Versalzung neigende Landschaft einen
von den Campos abweichenden Vegetationstyp hervorbringt. In RS nimmt das Gras-
land heute noch eine Fläche von 10,5 Mio. ha ein. Das entspricht 37 % der Gesamt-
fläche des Bundesstaats. In SC und PA sind es 1,8 bzw. 1,4 Mio. ha, zusammen also 13,7
Mio. ha. Berücksichtigt man den Verlust durch Aufforstungen und Ackerbau in den
letzten 30 Jahren, so dürften die Campos noch Mitte des 20. Jahrhunderts eine Fläche
von knapp 22 Mio. ha eingenommen haben (alle Zahlen aus IBGE 2005).

3. Eigenschaften

Informationen über die Phytodiversität der Campos und ihrer Artenzusammenset-
zung sind nach wie vor lückig, obwohl schon RAMBO (1956) auf die hohen Artenzah-
len hingewiesen hat. Für RS variieren die Angaben zwischen 3000 und 4000 Arten
(BOLDRINI 1997, KLEIN 1975, 1984); damit gibt es hier deutlich weniger Arten als im
Cerrado mit etwa 6000 Gefäßpflanzenarten (FURLEY 1999). Der Cerrado nimmt
allerdings mit rund 200 Mio. ha eine weitaus größere Fläche ein und ist heterogener als
die südbrazilianischen Campos. Die dreizehn Arbeiten, die bisher über den Campo
Südbraziens publiziert wurden, stammen vorwiegend aus dem „Depressão Central“
genannten Mittelteil des Bundesstaats westlich von Porto Alegre und sind nicht reprä-
sentativ (OVERBECK & al in prep.).

Die meisten Arten stammen aus den Familien Asteraceae (geschätzte Artenzahl
zwischen 350 und 600 in RS; Uruguay 244, Argentinien 207; BOLDRINI 2002, MAT-
ZENBACHER 2003), Poaceae (etwa 400 in RS, 700 in Südbraziens; BOLDRINI 1997,
LONGHI-WAGNER 2003), Fabaceae (über 250 Arten in RS; MIOTTO & WAECHTER
2003) und Cyperaceae (über 200 in RS; ARAÚJO 2003). Unter den Poaceen finden sich
sowohl C4- als auch C3-Gräser, wobei die Artenzahlen der C4-Gräser überwiegen, mit
abnehmender Tendenz nach Süden. Häufige hochwüchsige C4-Grasgattungen sind z.
B. *Andropogon*, *Schizachyrium*, *Sorghastrum*, *Aristida*; niedrige C4-Gräser, die v. a. bei
mittlerer Beweidungsintensität in der bodennahen Schicht zur Dominanz gelangen
können, rekrutieren sich aus den Gattungen *Axonopus*, *Panicum* und *Paspalum* (v. a.
Axonopus affinis und *Paspalum notatum*; BOLDRINI & EGGERS 1996, BLANCO et al.
submitted). Unter den C3-Gräsern kommen *Stipa*, *Bromus*, *Briza* regelmäßig vor.

Ein erstes Lebensformenspektrum liefern OVERBECK & PFADENHAUER (2007)
aus einem Campo in der Nähe von Porto Alegre; danach sind 72 % aller Arten Hemi-
kryptophyten (woran die Horstgräser einen erheblichen Anteil haben), 19 % Chamae-
phyten, 9 % Geophyten und lediglich 1 % Therophyten. Zu den Chamaephyten zählen

v. a. Arten der Gattung *Baccharis*, wobei *B. trimera* und Verwandte mit geflügeltem Spross eine herausragende Rolle spielen. Sie sind als „resprouter“ feueradaptiert. Die Geophyten sind durch Liliaceen und Amaryllidaceen vertreten, aber auch durch Weidunkräuter wie *Pteridium aquilinum*. Das weitgehende Fehlen von Therophyten ist typisch für diese humiden Grasländer und trennt sie von den therophytenreichen Steppen der kühl-gemäßigten Breiten deutlich ab. Die Arten sind gleichmäßig verteilt; Dominanzstrukturen sind selten. Die wenigen Arten-Flächenkurven, die bislang zur Verfügung stehen, zeigen eine für Grasländer hohe Artenzahl, die zwischen 80 und knapp 200 pro 10 m² liegen kann (Abb. 2). In einer Frequenzuntersuchung über 36 Probeflächen zu je 25 cm² in einem Campo bei Porto Alegre waren über 90 % der Arten in nur einer Probefläche vertreten (OVERBECK & al. 2005).

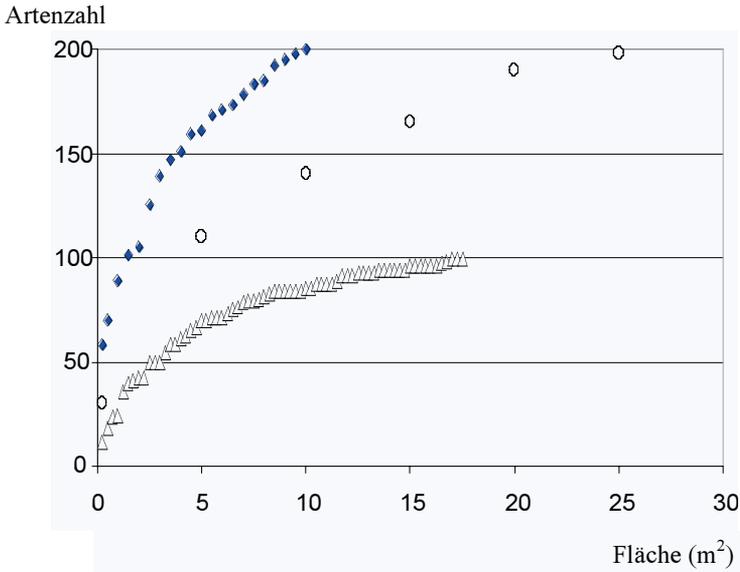


Abb. 2: Arten-Flächenkurven aus dem südbrasilianischen Grasland (nach BOLDRINI 1993: Kreise; GIRARDI-DEIRO 1999: Dreiecke; OVERBECK et al. 2007: Rauten; verändert und ergänzt).

In RS wird mit 150 bis 200 Endemiten auf Artniveau gerechnet (WAECHTER 2002); in der Roten Liste für den Bundesstaat sind 144 Graslandarten aufgeführt (BOLDRINI 2002). Beispiele sind *Schlechtendahlia luzulifolia* (Asteraceae) und *Moritzia ciliata* (Boraginaceae); letztere zeichnet sich durch ein über daumendickes Rhizom aus, das als Nährstoffspeicher dient und vor Feuer schützt (OVERBECK & al. 2007).

Der Campo in RS (östlich des Rio Uruguay) wird seit dem 17. Jahrhundert durch europäische Haustierrassen beweidet. Im südbrasilianischen Bergland mit seinen Campo-Inseln begann die Beweidung erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts (PORTO 1954). Prägend war und ist (derzeit noch) die Rinderweidehaltung in ihrer extensivsten Form. In 1996 weideten auf dem Gebiet von RS 13,2 Mio. Tiere, was etwa 50 % des gesamten Tierbestands Südbrasiliens (RS und PA) entspricht (IBGE 2005). Geregelt Weidemanagement ist selten; selektive Über- und Unterbeweidung sind die Regel. Selektive Unterbeweidung kommt dadurch zustande, dass die Farmer die Anzahl ihrer Weidetiere auf die geringe winterliche Phytomasseproduktion ausrichten, die den Flaschenhals für die Tragfähigkeit des südbrasilianischen Graslands darstellt. Im feucht-

warmen Sommer reicht deshalb der Beweidungsdruck für eine gleichmäßige Nutzung der Campos nicht aus und die weniger schmackhaften, hochwüchsigen C4-Gräser bleiben stehen und gelangen zur Dominanz. Auch Weideunkräuter breiten sich aus, zu denen Zwergsträucher wie *Baccharis*-Arten ebenso zählen wie stachelige Rosettenpflanzen (*Eryngium horridum*). Etwa alle zwei Jahre wird deshalb die überständige Phytomasse am Ende des Winters (August, September) abgebrannt (seltener gemäht), um den Neuaustrieb zu fördern. Diese Maßnahme begünstigt C4- und unterdrückt C3-Gräser (LLORENS & FRANK 2004). Überbeweidung ist vor allem im Winter ein Problem, besonders auf labilen Sandböden, wie sie im Südwesten von RS auftreten. Hier kommt es zu Desertifikationserscheinungen selbst im humiden Klima (TRINDADE 2003).

4. Ursachen für das Auftreten von Grasländern in den immerfeuchten Subtropen

Zonales, natürliches Grasland ist weltweit das Ergebnis zeitweiliger (saisonal)er Trockenheit (wie im Fall der Steppen der trockenen Mittelbreiten, zu denen auch die nordamerikanischen Prärien gehören, der meisten Savannen und die Graspuna in trocken-tropischen Hochgebirgen). In humiden Regionen tritt Grasland entweder aufgrund von extremen bodenchemischen Eigenschaften (azonales Salzgrasland der Meeresküsten) auf oder gedeiht bei kurzer thermisch definierter Vegetationszeit ober- bzw. außerhalb der Waldgrenze (wie in humiden Hochgebirgen und in der arktischen Tundra). Schließlich ist es, ebenfalls in humiden, also grundsätzlich waldfähigen Klimaten, das Ergebnis menschlicher Tätigkeit (anthropozogenes Grasland). Alle diese verschiedenen Grasländer lassen sich hinsichtlich ihrer Struktur, den sie prägenden Umwelteinflüssen und den Verhaltensmuster der beteiligten Pflanzenarten gut erklären.

Anders verhält es sich mit den Grasländern der immerfeuchten Subtropen. Sie sind nicht anthropozogen, jedenfalls, soweit man die Nutzungsgeschichte zurückverfolgen kann (seit dem Beginn der Einwanderung der Europäer), also keinesfalls das Ergebnis der Beweidung mit Rindern. Sie sind nicht zonal, denn das Allgemeinklima ist mit jährlichen Niederschlägen oberhalb 1000 mm bei gleichmäßiger Verteilung humid, jedenfalls im Zentrum ihres Vorkommens. Die Modellierung der Vegetationsentwicklung in den tropischen Savannen Südafrikas hat gezeigt, dass bei Niederschlägen oberhalb von 650 mm geschlossene Wälder zu erwarten sind, sofern keine Feuer auftreten (HIGGINS et al. 2000, BOND et al. 2003). Trockenperioden mit Niederschlagsdefizit gibt es allerdings an ihren Rändern, in Südamerika gegen den Chaco und die patagonischen Steppen zu. Sie sind auch nicht azonal, denn ihre Böden sind tiefgründige Umbrisole ohne Versalzungserscheinungen und andere besondere chemische Auffälligkeiten, die Baumwuchs verhindern würden.

Der Beantwortung der Frage, wie die ausgedehnten und vor allem so artenreichen Grasländer entstanden sind, kann man sich mit verschiedenen Ansätzen nähern, die im Grunde auch die historische Dimension der Diskussion über die Natürlichkeit des Campo in Südbrasilien widerspiegeln. Zunächst ist eine Beobachtung wichtig, die jeder machen kann, der das Gebiet bereist: Immergrüne und saisonale Wälder findet man, sofern sie überhaupt vorkommen, besonders in Form von Galeriewäldern entlang der Fließgewässer, und zwar auch außerhalb des unmittelbaren Überflutungsbereichs, und auf felsigen Kuppen. Sie stehen eher auf den kühleren und feuchteren Südseiten als auf den wärmeren Nordseiten. Keiner der Bäume hat Merkmale (wie eine dicke Borke),



Photo 1: Grasland auf dem südbrasilianischen Hochland (Planalto) bei Cambará do Sul, RS („Campos Sulinos“). Die Waldinseln im Hintergrund bestehen aus *Araucaria angustifolia*.



Photo 2: Grasland im Süden von Rio Grande do Sul bei Dom Pedrito. Im Hintergrund Weizenfelder und *Eucalyptus*-Aufforstungen.

die für eine Resistenz gegen Feuer sprechen (sieht man von *Araucaria angustifolia* ab); innerhalb der Wälder gibt es keinen brennbaren Waldunterwuchs. Daraus könnte man schließen, dass Wälder dort auftreten, wo Feuer nicht hinkommt (und der Mensch nicht beweiden lässt). Feuer und Beweidung scheinen also die Ausbreitung des Waldes zu verhindern.

Werden im Campo Feuer und Beweidung ausgeschlossen, z.B. im Rahmen von Exlosures wie in einem Versuch im Campo einer landwirtschaftlichen Versuchsstation der UFGRS, bilden eingedrungene Pioniergehölze schon nach 20 Jahren einen dichten Bewuchs, der die Bewaldung mit den in der Region vorkommenden Gehölzen einleitet (EGGERS & PORTO 1994, BOLDRINI & EGGERS 1996). Ähnliches beobachtet man in den brachgefallenen (ehemals beweideten und regelmäßig abgebrannten) Großschutzgebieten (ProMata, Aparados da Serra) auf dem Planalto Südbrasilien: Zehn Jahre nach Brache hat sich eine dichte, bis zu 1,5 m hohe verfilzte Grasdecke gebildet, die von wenigen hochwüchsigen C4-Gräsern gebildet wird. Vergleichbar mit der Situation in brachgefallenen Wiesen Mitteleuropas, nehmen unter diesen Umständen die Artenzahlen rapide ab; vor allem die niedrigwüchsigen Kräuter und Rosettenpflanzen verschwinden (OVERBECK et al. 2005, FIDELIS et al. in press). Stattdessen treten je nach Region verschiedene Pioniergehölze auf wie *Dodonaea viscosa*, auf dem Planalto *Baccharis uncinella*, die beide keine Waldarten sind, aber nach dem Verschwinden des Graslands unter der Strauchvegetation den eigentlichen Waldpionieren (wie der Myrtacee *Myrceugenia*) die Ansiedlung erlauben, sobald die Pioniersträucher aus Alterungsgründen zusammenbrechen (HERMANN n.p., OLIVEIRA & PILLAR 2004, MÜLLER et al 2006). Lediglich *Araucaria angustifolia* kann mit ihren schweren Samen als Klimax-Schattbaumart unter der Grasdecke keimen und sich etablieren. Auf diese Weise entwickeln sich in brachgefallenem Campo, oft ausgehend von Felsstandorten (safe sites bezüglich Feuer; MÜLLER 2005) Waldinseln („capões“), von denen aus die Bewaldung des Graslands vonstatten geht.

Umgekehrt bewirkt Feuer eine Zunahme der Artenzahlen, was jüngst im Rahmen von Feuerexperimenten nachgewiesen werden konnte (OVERBECK et al 2005). Im südbrasilianischen Campo scheint Feuer Horstgräser gegenüber Rhizome und Ausläufer bildenden Gräsern zu fördern. Soweit bekannt, sind alle Horstgräser typologisch als „Resisters“ einzustufen, da sie in der Lage sind, ihr Meristem durch dicht gepackte Blattscheiden am Grund der Sprosse gegen hohe Temperaturen zu schützen. Alle Sträucher, die Bestandteile des Graslands sind (v. a. im Campo Sujo), also nicht zu den oben genannten Brachepionieren gehören, sind klassische „resprouter“. Sie sind in der Lage, nach Vernichtung ihrer oberirdischen Organe (durch Feuer, Beweidung oder Mahd) aus dem Hypocotyl wieder auszutreiben; von 196 Graslandarten auf dem Morro Santana bei Porto Alegre waren 24 % Resisters und 68 % Resprouters (OVERBECK & PFADENHAUER 2007).

Alle diese Ergebnisse bisheriger Beobachtungen und (der wenigen) Experimente lassen den Schluss zu, dass die Campos Südbrasilien als Relikte trockener (und kühler) Klimate aufzufassen sind, die durch Feuer und Beweidung trotz eines humiden Waldklimas bis heute überdauert haben. Diese Hypothese wird eindrucksvoll durch Ergebnisse vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen untermauert (BEHLING 2002). Sie wurden in Kleinmooren durchgeführt, die sich in Senken des Planalto im Postglazial gebildet haben und bis zu mehrere Meter mächtige Torfschichten über limnischen mineralischen Sedimenten aufweisen (PFADENHAUER & BOECHAT 1981). Die Sedimente lassen sich bis zu 40 000 C14-Jahren BP zurückdatieren. Damit war der Nachweis der Kontinuität des Grasland im Pollenspektrum seit dem letzten Hochglazial

zial mit einer maximalen Ausdehnung um 20 000 Jahren BP möglich, allerdings immer wieder unterbrochen durch feuchtere Klimaphasen (etwa um 10 000 BP und 2 500 BP), die sich jedes Mal durch eine Zunahme von Waldarten, neben *Araucaria* Baumfarne wie *Dicksonia sellowiana*, und Moosen (v.a. *Sphagnum*) im Pollenspektrum äußern. Die Einwanderung der indianischen Urbevölkerung zwischen 10 000 und 9 000 Jahre BP ist durch eine drastische Zunahme von Kohlenstoffpartikeln belegt; offensichtlich haben die Menschen zu dieser Zeit vermehrt Feuer zur Jagd angewandt. Die Menge der Kohlenstoffpartikel nimmt erst seit etwa 1000 Jahren BP mit gleichzeitiger drastischer Zunahme der Baumarten wieder ab, sinkt aber nicht auf null. Das zeigt, dass selbst unter humidem Klimabedingungen Feuer aufgetreten sind (BEHLING et al 2004, 2005).

5. Gefährdung des südbrasilianischen Campos

In einem Waldklima wie in Südbrasilien (und Uruguay) sind Grasländer latent vom Aussterben bedroht, jedenfalls solange nicht wieder eine trockenere Klimaphase bevorsteht. Sie sind von Feuer und Beweidung abhängig. Das Verbot von Feuer bei der Bewirtschaftung der Farmen durch die Regierung (mit einer dadurch ausgelösten, emotional geführten Diskussion) ist jedenfalls kontraproduktiv zu Bestrebungen, das Grasland wenigstens in Teilen zu erhalten. Niemand weiß bis heute, ob die Quadratkilometer großen brachgefallenen Graslandflächen mit einer brennbaren Phytomasse von mehr als 5 t pro ha eines Tages von selbst (durch Blitzschlag) abbrennen oder doch eher einem Bewaldungsprozess unterliegen. Bodenkundlich nachweisbar ist jedenfalls, dass die Araukarienwälder auf der Forschungsstation ProMata auf ehemaligen Graslandböden stocken (Schad pers. Mitt.), sodass auch heute mit einer relativ raschen Ausbreitung des Waldes zuungunsten des Graslands gerechnet werden muss.

Viel drastischer ist aber die Auswirkung veränderter land- und forstwirtschaftlicher Nutzungsweisen. Seit Jahrzehnten werden die Grasländer vor allem auf dem Planalto mit nordamerikanischen Kiefernarten (*Pinus radiata*, *P. elliottii*) für die Produktion von Zellulose aufgeforstet. In Südbrasilien betrug die Aufforstungsfläche im Jahr 1996 1,9 Mio. ha mit zunehmender Tendenz (IBGE 2005). Die Kiefern breiten sich auch ohne Zutun des Menschen in der Umgebung aus und werden zu Invasoren. Unter dem dichten Kronendach verschwindet das Grasland vollständig; die Nadelstreu ist leicht brennbar, sodass von den Eigentümern der Kiefernforsten die Graslandfeuer in der Umgebung nicht mehr toleriert werden. Im Süden von RS wird vorrangig mit *Eucalyptus* sp. aufgeforstet.

Seit einigen Jahren werden darüber hinaus verstärkte Anstrengungen unternommen, die Qualität des Graslands als Weideland zu verbessern, um die Anzahl der Weidetiere zu erhöhen. Dabei wird nur selten auf die durchaus produktiven einheimischen Gräser und Leguminosen gesetzt, sondern eher auf exotische Arten wie z.B. *Axonopus jesuiticus*, *Pennisetum americanum*, *Lolium multiflorum*, *Avena strigosa* und *Trifolium repens* (NABINGER & al. 2000). 1996 waren bereits 7 Mio. ha in Südbrasilien auf diese Weise verändert.

Schließlich bedroht auch der überall in Südamerika zunehmende Anbau von transgenem Soja (*Glycine max*) sowie von Mais und Weizen die südbrasilianischen Grasländer und damit auch die traditionelle Gaucho-Kultur der Viehzüchter. Transgenes Soja ist gegen das Totalherbizid Roundup resistent und kann deswegen rasch und effizient auf den Graslandflächen Südbrasilien angebaut werden. In RS stieg die Produktion von Soja/Mais/Weizen von 1530 t bzw. 1,5 Mio. t bzw. 95 tausend t in 1940 auf



Photo 3: Weideunkräuter (*Baccharis articulata*, oben; *B. trimera* mit geflügeltem Spross, links; *Pteridium aquilinum*) bei selektiver Unterbeweidung (Campo bei Aracurí, RS.)



Photo 4: *Baccharis trimera* als „resprouter“ etwa 14 Tage nach Feuer.



Photo 5: *Andropogon lateralis* als „resister“ etwa 14 Tage nach Feuer. Das Meristem ist vor Hitze durch dicht gepackte Blattscheiden geschützt.



Photo 6: Campo etwa fünfzehn Jahre nach Beendigung von Beweidung und Feuer (Forschungsstation ProMata, RS). Dominanz von hochwüchsigen C4-Gräsern (hier vor allem *Sorghastrum* sp. Die Bewaldung wird durch vereinzelttes Auftreten des nicht feuerresistenten Strauchs *Baccharis uncinella* eingeleitet.

10,7 Mio. t bzw. 11,8 Mio. t bzw. 1,4 Mio. t in 1996 (nach Daten in IBGE 2005). 2000/2001 betrug die Soja-Anbaufläche in RS 7 Mio. ha (BISOTTO & FARIAS 2001). Es ist damit zu rechnen, dass transgenes Soja in wenigen Jahren die gesamte Soja-Anbaufläche von RS dominiert, wie das heute schon in Argentinien der Fall ist (www.transgen.de).

6. Erhaltungsstrategien

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Intensivierung der Landnutzung auf dem Gebiet der südbrasilianischen Campos ist zu überlegen, welche Wege zu beschreiten sind, um die Existenz dieser artenreichen, subtropischen Grasländer zu sichern. Die ersten Schritte wären sicherlich, unsere Kenntnisse zur Artenzusammensetzung, Struktur und Klassifikation zu erweitern. Denn bedauerlicherweise steht die Forschung hier noch ziemlich am Anfang. Die bisher vorgeschlagenen sechs physiognomischen Einheiten in Rio Grande do Sul (BOLDRINI 1997) bedürfen dringend einer Präzisierung und Erweiterung, und zwar für einen flächenhaft vollständigen Beleg der hohen Artenzahlen und als eine Grundlage für die Ausscheidung von repräsentativen Schutzgebieten.

Nach MMA (2000) sind nur 453 km² der Grasländer Südbraziens unter Schutz gestellt. Das sind 0,33 % der derzeitigen Campo-Fläche. Fast alle geschützten Flächen liegen im Wald-Grasland-Mosaik am Ostrand des südbrasilianischen Hochlands (Planalto) und sind Bestandteile von Nationalparks, in denen das Schutzziel auf die Wälder fokussiert ist. Da in den Nationalparks die Landnutzung grundsätzlich ausgeschlossen ist, unterliegen die Grasländer dort unter den gegenwärtigen Klimabedingungen voraussichtlich einer Sukzession zum Wald, wenn keine natürlichen Feuer auftreten. Dann wäre mit dem Verschwinden dieser „geschützten“ Graslandgebiete innerhalb der nächsten 50 Jahre zu rechnen.

Inwieweit und unter welchen Bedingungen natürliche Feuer nach Aufgabe der Landnutzung in den verschiedenen Graslandregionen auftreten, wie häufig sie sind, ob und wie lange Grasland auch ohne Feuer existieren könnte, welche Sukzessionsstadien im Verlauf des Bewaldungsprozesses auftreten, ist weitgehend unbekannt. Hier besteht Forschungsbedarf, der am besten in großen, zusammenhängenden Graslandschutzgebieten befriedigt werden könnte. Campo-Schutzgebiete im Hauptverbreitungsgebiet des Graslands, also im Süden und Westen von RS fehlen allerdings völlig.

Zusammenfassung

In den immerfeuchten Subtropen der Südhemisphäre kommen trotz eines ausgeprägten Waldklima ausgedehnte Grasländer vor, die sich floristisch und strukturell von den Steppen bzw. Prärien der trockenen Mittelbreiten und den tropischen Savannen deutlich unterscheiden. In Südamerika reichen sie von der Pampa südlich des Rio de La Plata über Uruguay bis nach Südbraziens, wo sie nach Norden zu mosaikartig mit subtropischen Laub- und Nadelwäldern verzahnt sind. Am Beispiel des „Campo“ im südlichsten Bundesstaat Braziens, Rio Grande do Sul (RS), wird gezeigt, dass dieses Grasland als Relikt mehrerer hoch- und postglazialer Trockenphasen aufzufassen ist, das durch Beweidung und Feuer bis heute stabilisiert wird. Der Campo besteht hier aus C4- und C3-Gräsern; Poaceen, Asteraceen und Fabaceen sind die am häufigsten vertretenen Familien. Die Anzahl von Kormophyten allein in RS wird auf drei- bis viertausend geschätzt. Das südbrasilianische Grasland ist durch Aufforstung mit exoti-

schen Nadelhölzern und Umwandlung in Ackerland in seiner Existenz gefährdet. Die Einrichtung von Campo-Schutzgebieten mit Beweidungs- und Feuermanagement wäre dringend nötig.

Danksagung

Für wertvolle Hinweise bin ich meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Alessandra Fidelis M.Sc., Dipl. Ing. Julia-Maria Hermann, Dr. Kathrin Kiehl und Dr. Gerhard Overbeck, sowie Dr. Peter Schad vom Lehrstuhl für Bodenkunde der TU München dankbar.

Literatur

- ARAÚJO, A. C. (2003): Cyperaceae nos campos sul-brasileiros. – Pages 127-130 in 54. Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil Belém.
- BEHLING, H. (2002): South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **177**: 19-27.
- BEHLING, H., V.D. PILLAR, L. ORLÓCI, & S. G. BAUERMANN (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.
- BEHLING, H., V.D. PILLAR & S.G. BAUERMANN (2005): Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). – *Review of Palaeobotany and Palynology* **133**: 235–248.
- BISOTTO, V. & A.D. FARIAS (2001): Algumas considerações sobre a cultura da soja. In Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul 29, 2001: Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2001/2002, FEPAGRO, Porto Alegre, p 7-17.
- BLANCO, C.C., E.E. SOSINSKI., B.R.C. SANTOS, M. ABREU DA SILVA & V.D. PILLAR. (submitted): Are plant functional types related to forage selection also related to vegetation response to grazing? – *Brazilian Journal of Biology*.
- BOLDRINI, I.I. (1993): Dinâmica da vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solo, Depressão Central, RS. – Tese de Doutorado, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 262 p.
- BOLDRINI, I.I. (1997): Campos no Rio Grande do Sul. Fisionomia e problemática ocupacional. – *Boletim do Instituto de Biociências, UFRGS*, **56**: 1-39.
- BOLDRINI, I.I. (2002): Campos sulinos: caracterização e biodiversidade. - In ARAÚJO, E.L., A.D.N. NOURA, E.V.S.B. SAMPAIO, L.M.S. GESTINAR J.M.T. CARNEIRO (eds.): Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil. – Sociedade Botânica do Brasil, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, pp 95-97.
- BOLDRINI, I.I. & L. EGGERS (1996): Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. – *Acta Botanica Brasilica* **10**: 37–50.
- BOND, W.J., G.F. MIDGLEY & F.I. WOODWARD (2003): What controls South African vegetation - climate or fire? – *South African Journal of Botany* **69**: 1-13.
- BOX, E.O. (1986): Some climatic relationships of the vegetation of Argentina, in global perspective. – *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübél* **91**: 181-216.
- BRECKLE, S.-W. (2002): *Walter's Vegetation of the Earth*. – Springer, Berlin, Heidelberg.
- BURKART, A. (1975): Evolution of grasses and grasslands in South America. – *Taxon* **24**:53-66.
- CABRERA, A.L. & A. WILLINK (1980): *Biogeografia da America Latina*. 2nd. Edition. – OEA, Washington.
- EGGERS, L. & M.L. PORTO (1994): Ação do fogo em uma comunidade campestre secundária, analisada em bases fitossociológicas. – *Boletim do Instituto de Biociências* **53**:1-88.
- ERIKSEN, W. (1978): Ist das Pampaproblem gelöst? – *Naturwissenschaftliche Rundschau* **31**: 142-148.

- FURLEY, P. A. (1999): The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. – *Global Ecology and Biogeography* **8**:223-241.
- GIRARDI-DEIRO, A.M. (1999): Influência de manejo, profundidade do solo, inclinação do terreno e metais pesados sobre a estrutura e dinâmica da vegetação herbácea da Serra do Sudeste, RS. – Tese de Doutorado, Faculdade da Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 196 p.
- HIGGINS, S.I., W.J. BOND, S. WINSTON & W. TROLLOPE (2000): Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. – *Journal of Ecology* **88**: 213-229.
- HUECK, K. & P. SEIBERT (1981): Vegetationskarte von Südamerika. 2. Auflage. – G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2004): Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. – URL: <http://www.ibge.gov.br> (Accessed in January 2006).
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2005): Censo Agropecuário. – URL:<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=20> (Accessed November 2005).
- KLEIN, R.M. (1975): Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. – *Boletim Paranaense de Geociências* **33**: 67-88.
- KLEIN, R. M. (1984): Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. – *Sellowia* **36**: 5-54.
- LINDMAN, C.A.M. (1906): A Vegetação no Rio Grande do Sul. – EDUSP/Itatiaia, São Paulo, Belo Horizonte.
- LLORENS, E.M. & E.O. FRANK (2004): El fuego en la provincia de La Pampa. – In C. KUNST, S. BRAVO & J.L. PANIGATTI (eds.): Fuego en los ecosistemas argentinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Santiago del Estero, pp 259-268.
- LONGHI-WAGNER, H.M. (2003): Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. – In 54th. Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil. Belém pp 117-120.
- MATZENBACHER, N.I. (2003): Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Asteraceae. – In 54. Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil. Belém, pp 124-127.
- MIOTTO, S.T.S. & J.L. WAECHTER (2003): Diversidade Florística dos campos sul-brasileiros: Fabaceae. – In 54. Congresso Nacional de Botânica, Sociedade Botânica do Brasil. Belém, 121-124.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente) (2000): Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. – Relatório técnico. Brasília, DF.
- MÜLLER, S. C (2005): Padrões de espécies e tipos funcionais de plantas lenhosas em bordas de floresta e campo sob influência do fogo. – PhD thesis, Department of Ecology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.
- MÜLLER, S.C., G.E. OVERBECK, J. PFADENHAUER & V.D. PILLAR (2006): Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotone. – *Plant Ecology*, in press.
- NABINGER, C., A. MORAES & G.E. MARASCHIN (2001): Campos in Southern Brazil. – In LEMAIRE, G., J. HODGSON, A. MORAES, C. NABINGER & P.C.F. CARVALHO (eds.): Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International pp 355-376.
- O'CONNOR, T.G. & G.J. BREDENCAMP (2003): Grasslands. – In COWLING, R.M., D.M. RICHARDSON & S.M. PIERCE (eds.): Vegetation of Southern Africa. – First Paperback Edition, Cambridge University Press, Cambridge, pp 215-257.
- OLIVEIRA, J.M., & V.D. PILLAR (2004): Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. – *Community Ecology* **5**:197-202.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & M.A.L. FONTES (2000): Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the influence of climate. – *Biotropica* **32**: 793-810.
- OVERBECK, G.E. & J. PFADENHAUER (2007): Adaptive strategies in burned subtropical grassland in Southern Brazil. – *Flora*, in press.
- OVERBECK, G.E., S.C. MÜLLER, V.D. PILLAR & J. PFADENHAUER (2005): Fine-scale post-fire dynamics in South Brazilian subtropical grassland. – *Journal of Vegetations Science* **16**: 655-664.
- OVERBECK, G.E., S.C. MÜLLER, V.D. PILLAR & J. PFADENHAUER (2007): Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. – *Brazilian Journal of Biology*, in press.

- OVERBECK, G.E., S. MÜLLER, A. FIDELIS, J. PFADENHAUER, V.D. PILLAR, C. BLANCO, I. BOLDRINI, R. BOTH & E.D. FORNECK (in prep.): Brazilian's neglected Biome: the South Brazilian Campos. – In prep.
- PFADENHAUER, J. & S.C. BOECHAT (1981): Vegetation und Ökologie eines *Sphagnum*-Mooses in Südbrasilien. – *Vegetatio* **44**:177-187.
- PILLAR, V.D. & F.L.F. QUADROS (1997): Grassland-forest boundaries in Southern Brazil. – *Coenoses* **12**: 119 - 126.
- PORTO, A. (1954): História das Missões Orientais do Uruguai. 2nd ed. – Livraria Selbach, Porto Alegre.
- RAMBO, B. (1956): A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. – *Sellowia* **7**: 235-298.
- SCHULTZ, J. (2000): Handbuch der Ökozonen. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SORIANO, A., R.J.C. LEÓN, O.E. SALA, R.S. LAVADO, V.A. DEREGIBUS, O. CAHUEPÉ, A. SCAGLIA, C.A. VELAZQUEZ & J.H. LEMCOFF (1992): Río de la Plata grasslands. - In COUPLAND, R.T. (ed.): Ecosystems of the world. Natural grasslands. Introduction and western hemisphere. – Elsevier, Amsterdam, pp 367-407.
- TEIXEIRA, M.B., A.B. COURA-NETO, U. PASTORE & A.L.R. RANGEL FILHO (1986): Levantamento de recursos naturais. Vegetação. – In IBGE (ed.): Vegetação. Volume 33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, pp 541-632.
- TRINDADE, J.P.P. (2003): Process of degradation and restoration of campos vegetation on the edge of “areais” from southwest of Rio Grande do Sul. – Doctoral thesis in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.
- WAECHTER, J.L. (2002): Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. – *Ciência & Ambiente* **24**: 93-108.
- WALTER, H. (1967): Das Pampaproblem in vergleichend ökologischer Betrachtung und seine Lösung. – *Erdkunde* **21**: 181-202.
- WALTER, H. & H. LIETH (1960-1967): Klimadiagramm-Weltatlas. – VEB G. Fischer-Verlag, Jena.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer, Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, 85350 Freising

e-Mail: pfadenha@wzw.tum.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Pfadenhauer Jörg

Artikel/Article: [Subtropische Grasländer der Südhemisphäre: Verbreitung, Entstehung und Management am Beispiel des südbrasilianischen Campo 161-175](#)