Tuexenia 34: 247–270. Göttingen 2014.
doi: 10.14471/2013.34.001, available online at www.tuexenia.de

Artenzusammensetzung und Diversität von *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbeständen auf Brachflächen und ehemaligen Rieselfeldern in Berlin

Species composition and diversity of stands dominated by *Calamagrostis epigejos* on wastelands and abandoned sewage farmland in Berlin

Franz Rebele

Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin, Rothenburgstr. 12, 12165 Berlin, Germany, E-Mail: rebele@tu-berlin.de

Zusammenfassung

Bestände, die von *Calamagrostis epigejos* dominiert werden, gehören zu den charakteristischen Elementen der Vegetation im östlichen Mitteleuropa. In der Literatur wurden *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften bisher meist als monoton, artenarm und wenig divers beschrieben. Für den Berliner Raum wurden 54 Vegetationsaufnahmen von Brachflächen und ehemaligen Rieselfeldern ausgewertet, in denen *C. epigejos* dominant war (Deckung >25 %). Die *C. epigejos*-Dominanzbestände konnten hauptsächlich zwei Gesellschaften zugeordnet werden: der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft und der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia/Agropyretalia*)-Gesellschaft. Die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft wächst auf nährstoffreichen, frischen bis nassen, zum Teil auch zeitweilig überstauten Flächen. Derartige Standortverhältnisse sind vor allem auf eutrophierten ehemaligen Rieselfeldern zu finden. Die Bestände der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia/Agropyretalia*)-Gesellschaft kommen auf nährstoffärmeren und trockeneren Standorten vor. Für die mittleren F- und N-Zeigerwerte ergeben sich jeweils signifikante Unterschiede von 1,4 Stufen zwischen beiden Gesellschaften; für die mittleren R-Zeigerwerte beträgt der Unterschied 0,4 Stufen.

Für die Diversitätsanalyse wurde ein weiterer Datensatz mit 36 Aufnahmen von ausdauernden Ruderalgesellschaften einbezogen, in denen *C. epigejos* mit einer Deckung bis 25 % vertreten war oder gar nicht vorkam. Es wurden fünf Dominanzklassen gebildet (1: 0 %, 2: >0–25 %, 3: >25–50 %, 4: >50–75 %, 5: >75–100 % Deckung von *C. epigejos*). Alle Aufnahmen hatten eine einheitliche Fläche von 16 m^2. Bis zu einer Deckung von 50 % *C. epigejos* unterschieden sich die Bestände im Mittel kaum in ihrer Artendichte (17,4–17,9 Arten/16 m^2). Mit zunehmender Dominanz gab es eine Tendenz zur Abnahme der Artendichte. Die Unterschiede waren jedoch aufgrund der großen Varianz innerhalb der Dominanzklassen nicht signifikant. Beim Shannon-Wiener-Diversitäts-Index (H‘) gab es eine signifikante Abnahme bei >50 % Deckung von *C. epigejos*. Die Artendichte und H‘ waren negativ mit dem Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht korreliert. Der Gesamtdeckungsgrad war wiederum positiv mit den Zeigerwerten für F und N korreliert. Die Diversitätsmaße Artendichte und H‘ waren hingegen negativ mit den Zeigerwerten für F und N korreliert. Dies zeigt, dass mit zunehmender Standortproduktivität die Phytodiversität abnimmt.

Im Vergleich mit anderen Vegetationstypen im Untersuchungsgebiet (Frischwiesen, Frischweiden, Sandtrockenrasen) ist zumindest bei einem Teil der von *C. epigejos* dominierten Bestände eine geringere Diversität festzustellen. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch, dass es vor allem auf trockenen und nährstoffarmen Standorten auch artenreiche Ausbildungen von *C. epigejos*-Dominanzgesellschaften (bis 30 Arten/16 m^2) mit Arten der *Festuco-Sedetalia* geben kann.

Manuskript eingereicht am 27. Mai 2013, angenommen am 23. December 2013
Koordinierender Editor: Johannes Kollmann

Abstract

Stands dominated by *Calamagrostis epigejos* are characteristic elements of vegetation in eastern Central Europe. *Calamagrostis epigejos*-communities are often described as monotonic and low in species richness and diversity. This study presents 54 relevés (plot size 4 m x 4 m) from wastelands and abandoned sewage farmland in the Berlin region, in which *C. epigejos* was dominant (cover >25%). These stands represent mainly two communities, i.e. the *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-community and the *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-community. The *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-community occurred on nutrient-rich, mesic to wet sites, mainly on eutrophic abandoned sewage farmland. The *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-community was very common on more nutrient-poor and drier sites. Mean Ellenberg Indicator Values (EIV) for moisture and nutrients revealed significant differences between these two community types; mean EIV difference for soil reaction was less pronounced.

For the analysis of diversity another data set of 36 relevés from ruderal communities, where *C. epigejos* had a cover <25% or was not present at all, was included. For statistical analysis five classes of dominance were created (1: 0%, 2: >0–25%, 3: >25–50%, 4: >50–75%, 5: >75–100% cover of *C. epigejos*). Up to 50% cover of *C. epigejos* species density was very similar (with 17.4–17.9 species/16 m^2). With increasing dominance of *C. epigejos* there was a tendency for lower species density but the differences were not significant due to the great variance within each dominance class. Shannon-Wiener-diversity (H') was significantly different for stands with >50% cover of *C. epigejos*. Species density and H' were negatively correlated with total cover of the herb layer, whether *C. epigejos* was dominant or not. Total cover was positively correlated with EIVs for F and N. In contrast, species density and H' were negatively correlated with F and N, indicating that diversity decreases with increasing habitat productivity.

Compared with other grassland vegetation in the region (meadows, pastures, dry grassland), stands dominated by *C. epigejos* are, on average, of lower diversity. However, *C. epigejos* may also coexist with high levels of diversity (up to 30 species/16 m^2), especially on sandy dry and nutrient-poor sites.

Keywords: dry grassland, Ellenberg Indicator Values, eutrophication, ruderal vegetation, Shannon-Wiener-Index, species density

1. Einleitung

Das Landreitgras (*Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH) ist ein hochwüchsiges ausdauerndes Gras, das sich mit kriechenden Rhizomen vor allem vegetativ ausbreitet. Es zeichnet sich durch außerordentlich breite ökologische Amplituden in bezug auf die Faktoren Feuchte, Bodenreaktion und Nährstoffe aus (REBELE 1996). Es wächst sowohl auf Sanddünen an der Küste und im Binnenland, in Flusstälern, Mooren, Steppen, Waldsteppen, Trockenrasen, Forsten und Kahlschlägen sowie in zahlreichen urban-industriellen Habitaten (FUKAREK 1961, HÄMET-AHTI 1970, CHYTRÝ et al. 1993, REBELE & LEHMANN 2001). Das Hauptareal von *C. epigejos* erstreckt sich von Westeuropa bis Ostasien (JÄGER, in REBELE & LEHMANN 2001). Vorkommen in natürlichen Habitaten sind in Mitteleuropa selten (z. B. Küstendünen der Ostsee oder einige Flusstäler). Synanthrop ist *C. epigejos* dagegen weit verbreitet und gehört heute im östlichen Mitteleuropa zu den häufigsten Arten, vor allem an stark gestörten Standorten. Flächenmäßig bedeutsam sind Vorkommen in Forsten (z. B. SCHMIDT et al. 1996, SEIDLING 1998), Tagebauflächen (z. B. GUTTE & HILBIG 1975, PRACH 1987), Truppenübungsplätzen (z. B. ELSHOLZ & RIEBESELL 1995, MÖLLER & FIDDICKE 1996) und urban-industriellen Habitaten (z. B. PYŠEK 1979, PYŠEK & PYŠEK 1988a, 1988b, REBELE 1996). Ursachen für den Erfolg der Art sind neben der anthropogenen Ausbreitung eine effiziente Nährstoffnutzung und Reservestoffspeicherung (WERNER 1983, BRÜNN 1999, DUŠEK 2002, FIALA et al. 2003), eine große phänotypische Plastizität, die das Gedeihen auf unterschiedli-

chen Böden ermöglicht (LEHMANN & REBELE 2005) sowie eine hohe Toleranz gegenüber extremen Boden- und anderen Umweltfaktoren. So wächst *C. epigejos* noch auf extrem sauren Kippenböden aus tertiären Sanden (HÖPFNER 1966) und auch auf karbonathaltigen, stark alkalischen Substraten (KLOTZ 1981, COHN et al. 2001). In der Umgebung starker Emittenten gehört *C. epigejos* zu den dominantesten Arten (BERGMANN & FLÖHR 1988, HOFMANN & HEINSDORF 1990, REBELE et al. 1993). LEHMANN & REBELE (2004) wiesen auch die Evolution einer schwermetalltoleranten Population in der Umgebung einer Kupferhütte nach.

ELLENBERG et al. (1991) gaben *C. epigejos* den Licht-Zeigerwert 7 (Halblichtpflanze). In Forsten verschwindet das Landreitgras erst, wenn die Lichtstrahlung auf <10 % der Freilandhelligkeit absinkt (BOLTE 1999).

Calamagrostis epigejos wird durch starke Bodenstörung wie zum Beispiel durch Bodenumbruch in Forsten oder Panzerbewegungen auf Truppenübungsplätzen, hohe Stickstoffeinträge und hohe Schadstoffbelastung gefördert. Durch Bodenstörung wird vor allem die vegetative Ausbreitung gefördert. Trotz einer potentiell hohen sexuellen Reproduktion spielt die Ausbreitung über Diasporen dagegen kaum eine Rolle (LEHMANN & REBELE 1994). Im Freiland wurden bisher nur wenige *C. epigejos*-Bestände beobachtet, die sich aus Keimlingen etablierten (z. B. GRÜTTNER & HEINZE 2003a, REBELE & LEHMANN 2007). Voraussetzungen für die Keimung und Etablierung von *C. epigejos* sind optimale ökologische Bedingungen, d. h. ausreichend Licht und hohe Bodenfeuchtigkeit, ähnlich wie für *Salix*-Arten. In Beständen mit geschlossener Vegetationsdecke und/oder auf trockenen Standorten wurden bisher sehr selten Keimlinge und Jungpflanzen von *C. epigejos* beobachtet (REBELE & LEHMANN 2001).

Stickstoffeintrag (durch Immissionen oder gezielte Düngung) fördert vor allem die oberirdische Biomasseproduktion, was zu dichten geschlossenen Landreitgras-Dominanzbeständen und einer hohen Streuakkumulation führt (BERGMANN 1990, HEINSDORF 1984, HOFMANN et al. 1990, SEIDLING 1998, BRÜNN 1999, REBELE 2000).

Monodominante *C. epigejos*-Bestände in der Umgebung starker Emittenten entstehen auch durch das Absterben anderer Pflanzen, wobei nur noch das Landreitgras als stresstolerante Art übrig bleibt (WOŁAK 1980, REBELE et al. 1993).

In ehemaligen Wiesen, die nicht mehr gemäht werden, kann *C. epigejos* dominant werden, was aufgrund der starken Beschattung durch das Landreitgras zu einem Rückgang typischer Wiesenarten führt (FIALA et al. 2003). Ähnliches gilt für Flächen, auf denen die Beweidung beendet wurde (SOMODI et al. 2008).

Aufgrund der außerordentlichen Fähigkeit, in einer Vielzahl von unterschiedlichen Habitaten zu wachsen, ist es ist nicht verwunderlich, dass das Landreitgras keine enge soziologische Bindung hat. Charakteristisch ist, dass *C. epigejos* in vielen Pflanzengesellschaften auftritt und im Verlaufe einer mehr oder weniger langen Vegetationsentwicklung dominant werden kann.

Der Begriff der „Dominanz“ wird hier im engeren Sinne gebraucht, d. h. im Sinne von vorherrschender Art mit höherem Deckungsgrad (in der vorliegenden Arbeit >25 %).

Die Beschreibung einer Landreitgras-Kahlschlagflur (*Calamagrostietum epigeji* Juraszek 1928) war wohl die Ursache dafür, dass *C. epigejos* in der pflanzensoziologischen Literatur und in floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen häufig als Art der Schlagfluren aufgelistet wurde (z. B. KUNICK 1974, JENTSCH 1994). Nach OBERDORFER (1978) kann

ein selbständiges *Calamagrostietum epigeji* nicht länger aufrechterhalten werden. In OBERDORFER (1978) wird lediglich eine Variante des *Senecioni sylvatici-Epilobietum angustifolii* (Hueck) Tüxen 1950 mit *C. epigejos* dargestellt.

Seit den 1970er Jahren wurden zahlreiche weitere *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften vor allem mit Hilfe der deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation nach KOPECKÝ & HEJNÝ (1974) beschrieben, die das große Habitatspektrum der Art in Mitteleuropa zum Ausdruck bringen (Tabelle 1). Es handelt sich dabei überwiegend um Gesellschaften ruderaler und trockener Standorte. Es sind jedoch auch *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften feuchter und nasser Biotope (Dünentäler und Flachmoorwiesen) sowie Forstgesellschaften enthalten.

DENGLER et al. (2003) beschrieben ein *Rubo caesii-Calamagrostietum epigeji* Coste 1985 (Landreitgras-Ruderalflur), das sie dem neu definierten Verband *Rubo caesii-Calamagrostion epigeji* (Dengler 1997) Dengler & Wollert in Dengler et al. 2003 – Hochwüchsige Kriechpionier-Ruderalgesellschaften – zuordnen. Eine Reihe der in der Tabelle 1 aufgelisteten Gesellschaften werden dabei als Synonyme betrachtet, darunter auch Derivatgesellschaften mit Elementen der *Koelerio-Corynephoretea* und *Festuco-Brometea* (BERG et al. 2004). Das *Rubo caesii-Calamagrostietum epigeji* wird als Zentralassoziation des Verbandes angesehen. Zu ihr gehören nach BERG et al. (2004) die meisten Dominanzbestände von *C. epigejos* mit Ausnahme jener von Waldschlägen und -rändern, in denen typische Schlagflur- und Waldarten wie *Epilobium angustifolium* oder *Rubus idaeus* vorkommen. Naturnahe Vorkommen an Standorten, die einer natürlichen Dynamik unterliegen wie Dünen- und Steilküstenbereiche der Ostsee oder Erosionsflächen in großen Flusstälern werden hingegen dazugerechnet (BERG et al. 2004). *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände nasser Biotope (z. B. Auen, Moore oder Flachmoorwiesen) werden nicht erwähnt.

Pflanzengesellschaften, die von *C. epigejos* dominiert werden, wurden in der pflanzensoziologischen und naturschutzfachlichen Literatur häufig als artenarm, monoton und wenig divers beschrieben (z. B. DENGLER 1994, VEER & KOOIJMAN 1997, ZEHM 1997). Nicht selten werden auch negativ wertende Aussagen getroffen, z. B. MUCINA et al. (1993; Darstellung von *C. epigejos* als „aggressiven Apophyten“, S. 190; Bezeichnung der Bestände der *Calamagrostis epigejos*-(*Agropyretalia*)-Gesellschaft als „trostlose Reitgrasraine“, S. 198). Es wird jedoch gerne übersehen, dass sich unter den scheinbar einheitlichen und „monotonen“ Landreitgrasbeständen mitunter eine größere Vielfalt an Arten und Pflanzengemeinschaften verbirgt. Die verschiedenen ökologischen Standortverhältnisse bedingen eine unterschiedliche Vergesellschaftung und machen infolgedessen auch eine Differenzierung hinsichtlich der Artenzusammensetzung notwendig. Dies soll anhand von Daten aus dem Berliner Raum beispielhaft gezeigt werden.

Aus Berlin wurden bisher Vegetationsaufnahmen mit Dominanz von *C. epigejos* von Forstflächen (WAGENITZ-HEINECKE 1958, BORNKAMM et al. 1993), von Brachflächen in Industriegebieten (REBELE 1986), von Bahnflächen (KOWARIK & LANGER 1994) und Straßen (LANGER 1994) publiziert. Hinzu kommen zahlreiche unpublizierte Aufnahmen in Diplomarbeiten und Gutachten.

In der vorliegenden Arbeit wurden Aufnahmen von Brachflächen und ehemaligen Rieselfeldern ausgewertet. Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden: (1) Unterscheiden sich *C. epigejos*-Dominanzbestände auf unterschiedlichen Standorten in ihrer Artenzusammensetzung und Diversität? (2) Können die erfassten Bestände unterschiedlichen Gesell-

schaften zugeordnet werden? (3) Unterscheiden sich *C. epigejos*-Dominanzbestände hinsichtlich ihrer Diversität von anderen ausdauernden Ruderalpflanzengesellschaften? (4) Welche Faktoren bestimmen gegebenenfalls die Diversität?

Tabelle 1. Übersicht über mitteleuropäische *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften.

Table 1. Overview of Central European *Calamagrostis epigejos*-communities.

Gesellschaft	Höhere Syntaxa	Habitate	Autoren
Calamagrostietum epigeji	*Epilobietalia*	Kahlschläge	JURASZEK1928
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Chenopodiea*]	*Agropyretalia*	anthropogene Böden	KOPECKÝ 1986
Dg. *C. epigejos*-[*Arrhenatheretalia*]	*Arrhenatheretalia*	Straßenränder	KOPECKÝ 1978
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Agropyrion*]	*Agropyretalia*	Bahnflächen	BRANDES 1983
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Agropyrion*/*Dauco-Melilotion*]	*Agropyretalia/ Onopordetalia*	Bahnflächen	BRANDES 1983
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Festuco-Brometea*]	*Festuco-Brometea*	trockene Straßen- und Eisenbahndämme	KOPECKÝ 1992
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Molinion caeruleae*]	*Molinion caeruleae*	anthropogen beeinflusste Flachmoorwiesen	HUSÁKOVÁ et al. 1988, zitiert nach KOPECKÝ 1992
Calamagrostis epigejos-(*Onopordetalia*)-Gesellschaft	*Onopordetalia*	Ödland, Schottergruben, Fabrikhöfe, Bauschutt, Bahnanlagen	MUCINA et al. 1993
Calamagrostis epigejos-(*Agropyretalia*)-Gesellschaft	*Agropyretalia*	Feldraine	MUCINA et al. 1993
Calamagrostis epigejos-(*Carici-Epilobion*)-Gesellschaft	*Epilobietalia*	Holzschläge	MUCINA et al. 1993
Calamagrostis epigejos-Galium verum-Gesellschaft	*Festucetalia*	Brachflächen, Bahnböschungen	MUCINA et al. 1993
Calamagrostis epigejos-Gesellschaft	*Convolvulo-Agropyrion repentis*	Kippenflächen	GUTTE & HILBIG 1975
Calamagrostis epigejos-Gesellschaft	*Convolvulo-Agropyrion repentis*	trockene Sandböden	DENGLER 1994
Calamagrostis epigejos-Gesellschaft	*Convolvulo-Agropyrion repentis*	ruderale Standorte	SCHUBERT et al. 1995
Ophioglossum vulgatum-Calamagrostis epigejos-Gesellschaft	*Caricion nigrae*	ältere Dünentäler mit mäßig feuchten Standortbedingungen	PETERSEN 2000
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Festuco-Sedetalia*]	*Festuco-Sedetalia*	Sandtrockenrasen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Dauco-Melilotion/Sedo-Scleranthetea*]	*Dauco-Melilotion / Sedo-Scleranthetea*	Aschehalden	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Festuco-Sedetalia/Arrhenatherion elatioris*]	*Festuco-Sedetalia/ Arrhenatherion elatioris*	Sandtrockenrasen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Arrhenatherion elatioris*]	*Arrhenatherion elatioris*	Porphyrkuppen, Kiefernforste	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Arrhenatherion elatioris/Dauco-Melilotion*]	*Arrhenatherion elatioris / Dauco-Melilotion*	Salzstellen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b

Gesellschaft	Höhere Syntaxa	Habitate	Autoren
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Festuco-Brometea/Arrhenatherion elatioris*]	*Festuco-Brometea/ Arrhenatherion elatioris*	Porphyrkuppen, Salzstellen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Festuco-Brometea*]	*Festuco-Brometea*	Porphyrkuppen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Gypsophilo perfoliatae-Diplotaxietum tenuifoliae*]	*Dauco-Melilotion*	Aschehalden	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Arrhenatherion elatioris/Senecioni sylvatici-Epilobietum angustifolii*]	*Arrhenatherion elatioris / Epilobietalia*	Porphyrkuppen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Arrhenatherion elatioris/Juncetum gerardii*]	*Arrhenatherion elatioris /Armerion maritimae*	Salzstellen	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Spergulario-Puccinellietum distantis*]	*Puccinellio-Spergularion*	Kiefernforste	GRÜTTNER & HEINZE 2003b
Landreitgras-Kiefernforst		Kiefernforst	SCHUBERT et al. 1995
Rubo caesii-Calamagrostietum epigeji Coste 1985	*Rubo caesii-Calamagrostion epigeji* (Dengler 1997) Dengler & Wollert in Dengler et al. 2003	Ruderalfluren, Dünen- und Steilküsten, Flusstäler	BERG et al. 2004

2. Material und Methoden

2.1 Methodik und Orte der Vegetationsaufnahmen

Aus dem Material an Vegetationsaufnahmen von Berliner Brach- und Ruderalflächen (REBELE 1986, 2001, 2008, 2011b sowie weitere unveröffentlichte Aufnahmen) und von ehemaligen Rieselfeldern (REBELE 2005, 2011a) wurden Aufnahmen ausgewählt, die folgenden Kriterien entsprachen:

1) Die Aufnahmefläche sollte einheitlich bei allen Aufnahmen 4 m x 4 m betragen.

2) Die Vegetationsaufnahmen sollten alle mit der gleichen Methode nach BARKMANN et al. (1964) erstellt worden sein.

3) *Calamagrostis epigejos* sollte in allen Beständen eine Deckung von >25 % (Deckungsgrade 3–5) haben.

Das Kriterium der gleichen Aufnahmefläche wurde gewählt, um flächenabhängige Größen wie die Artendichte verschiedener Bestände vergleichen zu können. Die Wahl von 16 m^2-Flächen erfolgte aus pragmatischen Gründen, da für diese Flächengröße die meisten Aufnahmen zur Verfügung standen. Insgesamt entsprachen 54 Aufnahmen den oben genannten Kriterien.

Zusätzlich wurde ein weiterer Datensatz mit 36 Aufnahmen von eurosibirischen ruderalen Beifuß- und Distelgesellschaften (*Onopordetalia acanthii* Br. Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadač 1944), ruderalen Pionierrasen (*Agropyretalia repentis* (Oberd. et al. 1967) Th. Müll. et Görs 1969) und nitrophilen Saumgesellschaften (*Galio-Urticetea* Passarge 1967) in die Auswertung einbezogen, in denen *C. epigejos* mit einer Deckung bis 25 % vertreten war (20 Aufnahmen) oder gar nicht vorkam (16 Aufnahmen). Die oben genannten Kriterien 1) und 2) waren dabei ebenfalls erfüllt.

Die Vegetationsaufnahmen sind im Anhang S1 und S2 enthalten. In Anhang S3 sind die jeweiligen Aufnahmeorte mit Angaben zur Gesamtgröße der Untersuchungsflächen und zu den Quellen aufgelistet. Zwanzig der insgesamt 90 Aufnahmen stammen vom FFH-Gebiet „NSG Falkenberger Rieselfel-

der“ im Nordosten von Berlin. Das 86,3 ha große NSG enthält verschiedene Teilflächen, die zum größeren Teil extensiv beweidet, zum Teil aber auch seit ca. 15–20 Jahren der ungestörten Sukzession unterliegen. Die Extensivbeweidung mit maximal 0,5 GVE/ha erfolgt auf einer ca. 50 ha großen Teilfläche seit 1998 mit Heckrindern und seit 2005 zusätzlich mit Liebenthaler Pferden. Zwei ehemalige Sickerbecken werden seit 1997 bzw. 1998 mit Schottischen Hochlandrindern beweidet. Einige Teilflächen werden inzwischen auch mehr oder weniger regelmäßig gemäht. Charakteristisch für das Gebiet sind je nach den Niederschlagsverhältnissen stark schwankende Wasserstände. Aufgrund der jahrzehntelangen Abwasserverrieselung wurden große Flächen vor allem mit Stickstoff und Phosphat eutrophiert. Dadurch kamen nach Beendigung der Rieselfeldnutzung vor allem nitrophytische Hochstauden (*Urtica dioica, Cirsium arvense*) und Landreitgras zur Dominanz (REBELE 2009). Die Vegetation besteht aktuell aus verschiedenen *C. epigejos*-Dominanzgesellschaften, Frischwiesen, Frischweiden, Wasserpflanzen- und Röhrichtgesellschaften, Ruderalpflanzengesellschaften und Sandtrockenrasen (die Reihenfolge gibt die flächenmäßige Bedeutung wieder). Gehölzbestände (Hecken, Gebüsche, Feldgehölze sowie ein Pappelforst) nehmen etwa 5 % des Gesamtgebietes ein (REBELE 2011a).

Fünfundzwanzig Vegetationsaufnahmen stammen von einer 10,3 ha großen Brachfläche in Bohnsdorf im Süden von Berlin. Es handelt sich um das Gelände der ehemaligen Gärtnerischen Produktionsgenossenschaft Thomas Müntzer, das seit ca. 20 Jahren weitgehend brachliegt. Die Böden sind anthropogen durch Abrissmaßnahmen, Auffüllungen und Planierungen sowie Abfallablagerungen verändert. Der Oberboden besteht vor allem aus humusarmen Rohboden; der Karbonatgehalt variiert in Abhängigkeit vom Bauschutteintrag. Es herrschen überwiegend trockene Standortverhältnisse vor (REBELE 2008).

Die weiteren Aufnahmen sind von verschiedenen Berliner Industriebrachen in Lichterfelde, Mariendorf, Marienfelde, Reinickendorf, Rudow und Spandau (REBELE 1986), einer 2,4 ha großen Stadtbrache in Berlin-Wartenberg (REBELE 2011b), von Ruderalflächen innerhalb einer Grünanlage in Berlin-Hellersdorf (REBELE 2001) sowie einer ca. 6 ha großen ehemaligen Erdstoffdeponie in Berlin-Malchow. Letztere wurde mit stickstoff- und humusarmen Unterboden, einem schwach schluffigen Sand, abgedeckt und unterliegt seit 1996 weitgehend der Sukzession (REBELE & LEHMANN 2007).

Allen Flächen, denen die Vegetationsaufnahmen entstammen, gemeinsam ist, dass sie über einen längeren Zeitraum der spontanen Sukzession unterlagen, d. h. nicht durch großflächige kontinuierliche Maßnahmen wie z. B. regelmäßige Mahd gelenkt wurden.

Die Verteilung der Aufnahmeflächen erfolgte bei der Erfassung in Falkenberg und Bohnsdorf nach dem Muster, dass möglichst viele Teilbereiche der Gebiete repräsentativ erfasst wurden. Der Mindestabstand der Aufnahmen von *Calamagrostis epigejos*-Dominanzgesellschaften betrug im NSG Falkenberger Rieselfelder ca. 110 m (2005), bzw. ca. 50 m (2011), in Bohnsdorf ca. 40 m.

Das Klima in Berlin ist subozeanisch bis subkontinental mit einem mittleren jährlichen Niederschlag von 595 mm und einer mittleren Jahrestemperatur von 8,8 °C (Daten der Wetterstation Berlin-Dahlem für den Zeitraum von 1909–1969). Innerhalb des Stadtgebietes und in den unterschiedlichen Aufnahmejahren können die Niederschläge und Temperaturen mehr oder weniger stark von diesen Mittelwerten abweichen.

2.2 Tabellenarbeit und statistische Auswertung

Die Vegetationsaufnahmen der *C. epigejos*-Dominanzbestände (Anhang S1) wurden nach der deduktiven Methode (KOPECKÝ & HEJNÝ 1974) analysiert. Die syntaxonomische Klassifikation folgt der Zuordnung der nitrophilen Säume zu einer eigenen Klasse der *Galio-Urticetea dioicae* Passarge 1967 und der Aufgliederung der ruderalen Beifuß- und Distelgesellschaften sowie der ruderalen Pioniertrockenrasen und Queckenfluren in die Klassen *Artemisietea vulgaris* Lohm. et al. in R. Tx. 1950 und *Agropyretea repentis* (Oberd. et al. 1967) Th. Müll. et Görs 1969 (entsprechend der Gliederung in SCHUBERT et al. 1995). Die pflanzensoziologische Zuordnung der Arten erfolgte a priori ebenfalls nach SCHUBERT et al. (1995) und (in Fällen wo dies nicht möglich war) nach OBERDORFER (2001).

Die Nomenklatur richtet sich bei den Farn- und Blütenpflanzen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Moosen nach KOPERSKI et al. (2000).

Alle Aufnahmen der *C. epigejos*-Dominanzbestände (54 Aufnahmen) wurden einer DCA-Ordination mit Hilfe des Programms CANOCO Version 4.55 vom Oktober 2006 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002) unterzogen.

Für die Untersuchung der Diversität wurden zum Vergleich zusätzlich zu den 54 Aufnahmen der *C. epigejos*-Dominanzbestände (>25 % Deckung von *C. epigejos*) auch die 36 Aufnahmen von Ruderalpflanzengesellschaften mit geringerer Deckung von *C. epigejos* bzw. ohne die Art analysiert. Es wurden fünf Klassen gebildet (1: 0 %, 2: >0–25 %, 3: >25–50 %, 4: >50–75 %, 5: >75–100 % Deckung von *C. epigejos*).

Zur Charakterisierung der Alpha-Diversität wurde die Artendichte (Anzahl der Arten pro Aufnahmefläche inklusive der Kryptogamen) angegeben sowie der Shannon-Wiener-Index H´ ermittelt, bei dem die Abundanz der einzelnen Arten mit in die Berechnung eingeht. Eine Aufnahme mit wenigen Arten, die gleiche Abundanzen haben, kann dabei einen höheren Wert annehmen als eine Aufnahme mit einer größeren Artenzahl bei ungleichmäßiger Verteilung der Deckungsprozente (KENT & COKER 1992). Die Tabellenarbeit wurde mit Hilfe des Programms SORT 4.0 (ACKERMANN & DURKA 1998) ausgeführt. Des Weiteren wurden ungewichtete mittlere Zeigerwerte für die ökologischen Bodenfaktoren Feuchte (F), Reaktion (R) und Nährstoffe (N) nach ELLENBERG et al. (1991) für jede Vegetationsaufnahme berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms PASW Statistics 18 von IBM in zwei getrennten Schritten. Zunächst wurde der Datensatz mit den Aufnahmen der *Calamagrostis epigejos*-Dominanzgesellschaften analysiert. Für zwei aufgrund ihrer Artenzusammensetzung gut unterscheidbare Gesellschaften wurden Mittelwertsvergleiche für die Gesamtdeckung der Krautschicht, der Kryptogamenschicht, der Artendichte, der Diversität H' sowie für die Zeigerwerte F, R und N mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test (exakte Signifikanz, 2-seitig) angestellt. In einem zweiten Schritt wurde der erweiterte Datensatz inklusive der Aufnahmen der Ruderalpflanzengesellschaften analysiert (insgesamt 90 Aufnahmen mit fünf *C. epigejos*-Dominanzklassen). Die Parameter Artendichte, H' und Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht wurden einer ANOVA unterzogen; bei signifikanten Unterschieden wurde ein post-hoc Scheffé-Test ausgeführt. Varianzhomogenität wurde mit dem Levene-Test geprüft. Zusätzlich wurde bei diesem Datensatz geprüft, ob die Artendichte sowie H' mit dem Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht sowie den Zeigerwerten für F, R und N korreliert sind. Hierfür wurde Spearmans Rangkorrelationskoeffizient (Spearmans-Rho) berechnet. Für die Varianzanalyse wurden die Werte der Artenzahlen wurzeltransformiert, die Gesamtdeckungsprozente arcsin-wurzeltransformiert.

3. Ergebnisse

3.1 Datensatz der *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände

Die erfassten *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände (54 Vegetationsaufnahmen, Anhang S1) können hauptsächlich zwei Gesellschaften zugeordnet werden, der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft und der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft (Tabelle 2).

Die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft ist charakterisiert durch die *Galio-Urticetea*-Arten *Urtica dioica*, *Poa trivialis*, *Galium aparine*, *Carduus crispus* und *Phalaris arundinacea*, von denen *Urtica dioica* bisweilen co-dominant sein kann. Mit hoher Stetigkeit kommen noch *Cirsium arvense*, *Poa palustris* und *Elymus repens* vor. Zudem waren zahlreiche weitere *Galio-Urticetea*-Arten und Arten feuchter Standorte (*Phragmitetea*-, *Bidentetea*- und *Agrostietea stoloniferae*-Arten) mit geringerer Stetigkeit vorhanden. Die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft wächst auf nährstoffreichen, frischen bis nassen, zum Teil auch zeitweilig überstauten Flächen. Derartige Standortver-

Tabelle 2. Synoptische Tabelle (Frequenzklassen und Spanne der Artmächtigkeit) für die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)- und die *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft. Mittelwerte in den Kopfdaten, die mit unterschiedlichen hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant (Mann-Whitney-U-Test, exakte Signifikanz (2-seitig) auf dem Niveau $p \leq 0{,}001$).

Table 2. Synoptic table (frequency and abundance) of the *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)- and the *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-communities. Means with different superscript letters are significantly different (Mann-Whitney-U test, $p \leq 0.001$).

Gesellschaft	*Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft	*Calamagrostis epigejos*- (*Onopordetalia/Agropyretalia*)-Gesellschaft
Anzahl Aufnahmen	19	32
Aufnahmefläche (einheitlich) m^2	16	16
Deckung Krautschicht (Spanne) %	60–100	65–99
Deckung Krautschicht (Mittel) %	88,3 [a]	78,0 [b]
Mittlere Höhe Krautschicht (Spanne) cm	40–100	40–85
Höhe Krautschicht (Mittel) cm	74,5 [a]	71,9 [a]
Deckung Kryptogamenschicht (Spanne) %	0–60	0–80
Deckung Kryptogamenschicht (Mittel) %	7,7 [a]	26,1 [b]
Artenzahl (Spanne)	5–30	7–28
Artenzahl (Median)	12	15
Artenzahl (Mittel)	13,3 [a]	15,2 [a]
Diversität H´ (Spanne)	0,99–2,20	0,27–2,14
Diversität H´ (Mittel)	1,45 [a]	1,22 [a]
Mittlere Feuchtezahl (F) (Spanne)	5,1–7,5	4,0–6,7
F (Mittel aller Aufnahmen)	6,0 [a]	4,6 [b]
Mittlere Reaktionszahl (R) (Spanne)	6,2–7,5	5,9–8,0
R (Mittel aller Aufnahmen)	6,8 [a]	7,2 [b]
Mittlere Nährstoffzahl (N) (Spanne)	5,9–7,3	4,5–6,2
N (Mittel aller Aufnahmen)	6,7 [a]	5,3 [b]
Calamagrostis epigejos	V 3-5	V 3-5
Galio-Urticetea		
Urtica dioica	IV +p-4	I +p
Poa trivialis	IV 1p-3	I +p-1p
Galium aparine	III +p-3	
Carduus crispus	III +p-2a	
Phalaris arundinacea	III +p-2b	
Onopordetalia		
Cirsium arvense	IV +p-3	IV +p-2a
Solidago canadensis	I +p-2a	IV +p-2b
Artemisia vulgaris		III +p-2a
Agropyretalia		
Poa angustifolia	I 1a-2b	V +p-2b
Poa compressa		III +p-2b
Begleiter		
Poa palustris	IV +p-2b	IV +p-2a
Elymus repens	IV +p-2b	I 1p
Hypericum perforatum	I +p	III +p-1a
Brachythecium rutabulum	III 1b-4	V 2m-4

weitere Arten mit geringerer Stetigkeit (Stetigkeitsklassen II und I):

Calamagrostis epigejos (*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft

Galio-Urticetea: Epilobium tetragonum ssp. tetragonum (II;+p-1p), Stellaria aquatica (II;1a-2a), Rumex crispus (I;+r-+p), Glechoma hederacea (I;1b-2b), Rumex obtusifolius (I;1a), Galeopsis bifida (I;1a), Galeopsis tetrahit (I;1p), Mentha arvensis (I;+p), Torilis japonica (I;+p), Geum urbanum (I;+p), Epilobium hirsutum (I;+p), Solanum dulcamara (I;+p)
Phragmitetea: Phragmites australis (I ;+p-1a), Persicaria amphibia (I ;+p-2b), Stachys palustris (I;1a), Eleocharis palustris (I;1b), Lycopus europaeus (I ;+p), Mentha x verticillata (I;+p)
Bidentetea: Bidens tripartita (I;+p), Juncus bufonius (I;2m), Ranunculus sceleratus (I;1p)
Agrostietea stoloniferae: Ranunculus repens (I;+p-1b), Carex hirta (I;1a), Plantago major ssp. intermedia (I;+p)
Artemisietea: Tanacetum vulgare (I;+a-2b), Silene latifolia ssp. alba (I;+r-+p), Rumex thyrsiflorus (I;2b), Arctium minus (I;1p), Arctium lappa (I;+p), Ballota nigra (I;+b), Cirsium vulgare (I;+p), Daucus carota (I;+p)
Agropyretea: Convolvulus arvensis (I;+p)
Epilobietea: Epilobium angustifolium (I;+r-1a)
Arrhenatheretea: Rumex acetosa (II;+p-2b), Galium album (II;+p-1a), Cerastium holosteoides (II;+p-1a), Taraxacum sect. Ruderalia (II;+p-1a), Arrhenatherum elatius (II;+p-1a), Alopecurus pratensis (I;1a), Dactylis glomerata (I;+p), Juncus effusus (I;+p-1a), Poa pratensis (I;+p), Achillea millefolium agg. (I;+p), Leucanthemum vulgare (I;1a), Agrostis gigantea (I;1a)
Festuco-Brometea: Galium verum (I;1a)
Sisymbrietea: Sisymbrium loeselii (I;+r-+p), Bromus hordeaceus (I;+p-1b), Conyza canadensis (I;+p), Geranium pusillum (I;+p)
Stellarietea: Veronica arvensis (II;+p-1p), Vicia tetrasperma (I;+p-1a), Vicia hirsuta (I;1a, Vicia angustifolia ssp. segetalis (I;+r-+p), Vicia villosa (I;+p), Persicaria maculosa (I;+p-1a), Polygonum aviculare ssp. aviculare (I;+p), Stellaria media (I;+p), Fallopia convolvulus (I;+p)
Gehölz: Acer pseudoplatanus (I ;+r)

Calamagrostis epigejos-(*Onopordetalia/Agropyretalia*)-Gesellschaft

Galio-Urticetea: Epilobium tetragonum ssp. tetragonum (II;+p-1p), Glechoma hederacea (I;1b), Erigeron annuus (I;+p), Torilis japonica (I;1a), Carduus crispus (I;+p), Rubus caesius (I;+p), Rumex crispus (I;+r)
Phragmitetea: Phragmites australis (I ;+p)
Agrostietea stoloniferae: Carex hirta (II;+p-2a), Potentilla reptans (I;+p-1a), Plantago major ssp. intermedia (I;+p), Ranunculus repens (I;+p)
Artemisietea: Tanacetum vulgare (II;+p-2b), Daucus carota (II;+p-1b), Picris hieracioides (II ;+p-2b), Melilotus albus (II;+p-2a), Berteroa incana (II;+p), Silene latifolia ssp. alba (I;+r-+p), Cirsium vulgare (I;+p), Linaria vulgaris (I;+p-1a), Oenothera biennis agg. (I;+p-1a), Ballota nigra (I;+r-+p), Arctium lappa (I;+r-1a), Rumex thyrsiflorus (I;1b-2a), Echium vulgare (I;+p), Verbascum thapsus (I;+p-+a), Saponaria officinalis (I;+p-3), Dipsacus fullonum (I;1b), Solidago gigantea (I;+p), Ambrosia coronopifolia (I;+p), Melilotus officinalis (I;+p)
Agropyretea: Convolvulus arvensis (I ;+p), Bromus inermis (I ;1a), Tussilago farfara (I;+p)
Trifolio-Geranietea: Trifolium medium (I;1a)
Arrhenatheretea: Taraxacum sect. Ruderalia (II;+p-2a), Rumex acetosa (II;+p-2b), Arrhenatherum elatius (I;+p-2b), Dactylis glomerata (I;+p-1a), Plantago lanceolata (I;+p-1b), Achillea millefolium agg. (I;+p), Leucanthemum vulgare (I;+p-1a), Cerastium holosteoides (I;+p), Carex muricata agg. (I;+a-1p), Crepis capillaris (I;+p), Lolium perenne (I;+p), Poa pratensis (I;+p), Leontodon autumnalis ssp. autumnalis (I;+p), Holcus lanatus (I;1a), Trifolium repens (I;+p), Senecio jacobaea (I;+p), Tragopogon pratensis (I ;+p), Plantago major ssp. major (I;+p), Heracleum sphondylium (I;+p)
Koelerio-Corynephoretea: Potentilla argentea s.l. (I;+p), Festuca brevipila (I;1a-2b), Trifolium campestre (I;1b), Rumex acetosella (I;+p), Petrorhagia prolifera (I;+p), Cerastium semidecandrum (I;+p), Arenaria serpyllifolia (I;+p)
Festuco-Brometea: Centaurea stoebe (I;+p-1a), Artemisia campestris (I;1b), Medicago lupulina (I;+p)
Sisymbrietea: Sisymbrium loeselii (I;+p), Bromus hordeaceus (I;+p), Conyza canadensis (I;+p), Tripleurospermum perforatum (I;+r), Potentilla norvegica (I;+p)
Stellarietea: Vicia angustifolia ssp. segetalis (I;+p-1b), Vicia hirsuta (I;+p-3), Veronica arvensis (I;+p-1p), Veronica arvensis (I;1a-2a), Vicia villosa (I;1a-2b), Apera spica-venti (I;+p)

Gehölze: Prunus mahaleb (II;+r-+a), Prunus spinosa (I;+r-+a), Rosa canina (I;+r-+p), Acer campestre (I;+r), Betula pendula (I;+a), Malus domestica (I;+r), Prunus cerasifera (I;+r), Prunus serotina (I;+r), Salix alba (I;+r), Salix caprea (I;+a), Fraxinus excelsior (I;+r), Cotoneaster divaricatus (I;+a), Mahonia aquifolium (I;+r)
Kryptogamen: Ceratodon purpureus (I;+p-3), Pohlia nutans (I;1a-2m), Plagiomnium affine (I;2m), Bryum capillare (I;1a), Rhytidiadelphus squarrosus (I;2m), Cladonia spec. (I;+p)

hältnisse sind vor allem auf eutrophierten ehemaligen Rieselfeldern (Abb. 1) zu finden, kommen aber auch gelegentlich auf anderen Brachflächen mit frischen-feuchten nährstoffreichen Böden vor.

In der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft wachsen mit höherer Stetigkeit (Stetigkeitsklassen III–V) die *Onopordetalia*-Arten *Cirsium arvense*, *Solidago canadensis* und *Artemisia vulgaris* sowie die *Agropyretalia*-Arten *Poa angustifolia* und *Poa compressa*. Als stete Begleiter kommen noch *Poa palustris* und *Hypericum perforatum* vor. *Poa palustris* ist eine Art, die in Berlin nicht nur an feuchten Standorten wächst, sondern auch in halbruderalen Halbtrockenrasen häufig ist (KOWARIK & SEIDLING 1989). In der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft kommen noch zahlreiche weitere *Artemisietea*-Arten mit geringerer Stetigkeit vor. Auch *Arrhenatheretea*-Arten sind häufig. Gelegentlich können zudem Arten der *Koelerio-Corynephoretea* Klika ap. Klika et Nowak 1941 und *Festuco-Brometea* Br. Bl. et R. Tx. 1943 vorhanden sein.

Abb. 1. Bestand der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft im NSG Falkenberger Rieselfelder. Durch die frühere Abwasserverrieselung eutrophierte Teilfläche, die seit 1998 mit Heckrindern und seit 2005 zusätzlich mit Liebenthaler Pferden extensiv beweidet wird (Foto: F. Rebele, 25.06.2011).

Fig. 1. Stand of the *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-community in the nature reserve "Falkenberger Rieselfelder". Eutrophicated abandoned sewage field which was grazed since 1998 by Heck cattle and since 2005 additionally by robust horses (Photo: F. Rebele, 25.06.2011).

Die Aufnahmen beider Gesellschaften unterscheiden sich signifikant in ihrem Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht (Tabelle 2). Die Bestände der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft haben eine mittlere Deckung von 88,3 %, die der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft von 78 %. Die Kryptogamenschicht ist dagegen mit durchschnittlich 26,1 % Deckung in den Aufnahmen der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft stärker ausgebildet als in den Beständen der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft mit durchschnittlich 7,7 %.

Die Aufnahmen der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft weisen Artenzahlen von 5–30 Arten/16 m^2 auf, der Median liegt bei 12, der Mittelwert bei 13,3 Arten/16 m^2. Die Spanne der Artendichte reicht bei den Aufnahmen der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft von 7–28 Arten/16 m^2 mit einem Median von 15 und einem Mittelwert von 15,2 Arten/16 m^2 (Tabelle 2). Die Bestände der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft sind also in der Tendenz etwas artenreicher als die Bestände der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft. Die Unterschiede sind jedoch im Mittelwertsvergleich nicht signifikant. Die Unterschiede bei der Diversität H‘ sind ebenfalls nicht signifikant (Tabelle 2).

Eine Auswertung der Feuchte-Zeigerwerte ergibt für die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft eine Spanne von 5,1–7,1 (im Mittel aller Aufnahmen 6,0), für die *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft eine Spanne von 4,0-6,7 (im Mittel aller Aufnahmen 4,6). Die mittleren R-Werte liegen bei 6,2–7,5 (im Durchschnitt 6,8) bzw. 5,9–8,0 (im Durchschnitt 7,2), die Nährstoffzahlen liegen bei 5,9–7,3 (im Durchschnitt 6,7) bzw. 4,5–6,2 (im Durchschnitt 5,3) (Tabelle 2). Die Unterschiede bei den Zeigerwerten sind signifikant. Für die mittleren F- und N-Zeigerwerte ergeben sich jeweils Unterschiede von 1,4 Stufen zwischen beiden Gesellschaften. Bei den mittleren R-Zeigerwerten sind die Unterschiede geringer (im Durchschnitt 0,4 Stufen). Im Vergleich zu den Beständen der *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft sind die Standorte der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft vor allem nährstoffärmer und trockener. Die *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft kommt auch häufiger auf Böden mit höherer Bodenreaktion vor.

Neben den Aufnahmen, die den obengenannten *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften zugeordnet werden können, gibt es noch weitere von *C. epigejos* dominierte Bestände, die keiner dieser beiden Gesellschaften zugeordnet werden können. In einer Aufnahme von den Falkenberger Rieselfeldern spielen neben *C. epigejos* vor allem Arten der *Bidentetea tripartitae* Br. Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadač 1944 und weitere Arten nasser Standorte eine Rolle (Aufn. 1 in Abb. 2; Anhang S1, Spaltennr. 1). Es handelt sich um eine im Aufnahmejahr infolge des hohen Grundwasserstands überstaute Fläche. Die Artendichte lag bei 17 Arten/16 m^2.

Ebenfalls vom NSG Falkenberger Rieselfelder stammen zwei Aufnahmen, in denen zahlreiche Arten der *Festuco-Sedetalia* R. Tx. 1951 (*Helichrysum arenarium*, *Agrostis capillaris*, *Hypochaeris radicata* u.a.) vorkommen (Aufn. 53 und 54 in Abb. 2; Anhang S1, Spaltennr. 53–54). Die Artendichte war in beiden Aufnahmen mit 26 bzw. 28 Arten/16 m^2 relativ hoch.

Abbildung 2 zeigt die 1. und die 2. Achse der indirekten DCA-Ordination der insgesamt 54 Aufnahmen von *C. epigejos*-Dominanzbeständen. Die Gradientenlänge der ersten Achse beträgt 3.57 (Eigenwert der 1. Achse: 0.5), die der zweiten Achse 2,88 (Eigenwert der 2. Achse: 0.4). Durch die ersten beiden Achsen werden 35,2 % der Varianz erklärt. Die Korrelationskoeffizienten (Tabelle 3) und die Länge der Pfeile in Abbildung 2 zeigen einen

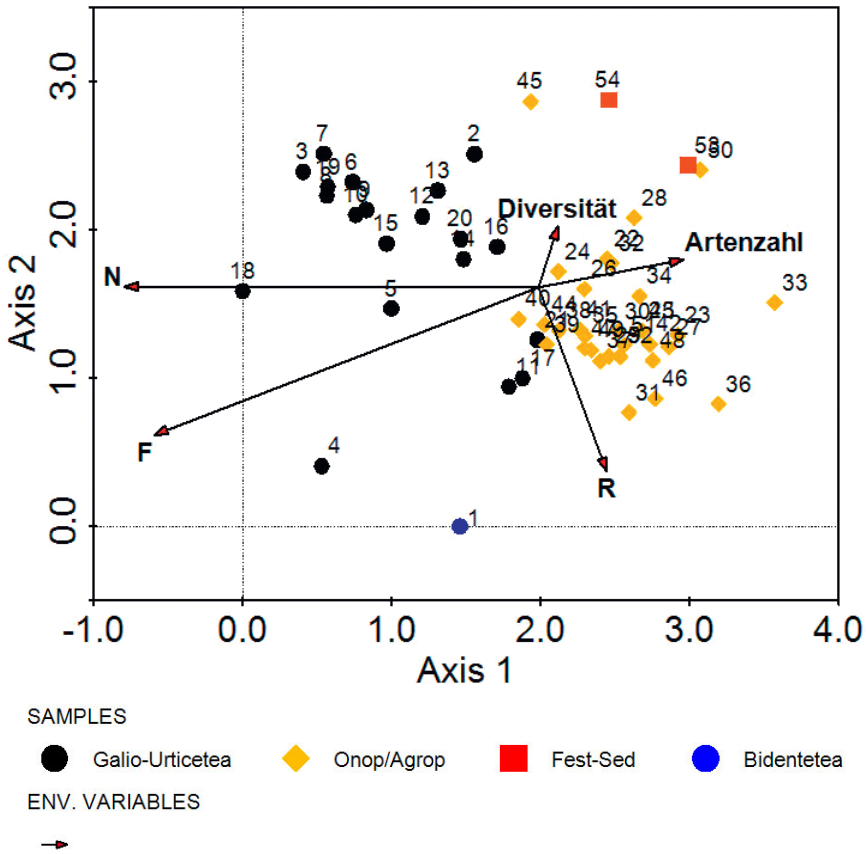

Abb. 2. DCA-Ordinationsdiagramm (Achsen 1 und 2) der 54 Vegetationsaufnahmen von *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbeständen in Berlin. Nr. 1: *Calamagrostis epigejos*-(*Bidentetea*)-Gesellschaft; Nr. 2–21: *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft; Nr. 22–52: *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia/Agropyretalia*)-Gesellschaft; Nr. 53–54: *Calamagrostis epigejos*-(*Festuco-Sedetalia*)-Gesellschaft; N, F, R: Ellenberg-Zeigerwerte für Nährstoffe, Feuchte und Reaktion.

Fig. 2. DCA ordination diagram (axes 1 and 2) of 54 relevés of stands dominated by *Calamagrostis epigejos* in Berlin. Nr. 1: *Calamagrostis epigejos*-(*Bidentetea*)-community; Nr. 2–21: *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-community; Nr. 22–52: *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia/Agropyretalia*)-community; Nr. 53–54: *Calamagrostis epigejos*-(*Festuco-Sedetalia*)-community; N, F, R: Ellenberg Indicator Values for nutrients, moisture and soil reaction.

Tabelle 3. Korrelationskoeffizienten der Beziehung zwischen den Ellenberg-Zeigerwerten und den ersten beiden Achsen der DCA-Ordination.

Table 3. Correlation coefficients for the Ellenberg Indicator Values for moisture (F), reaction (R) and nutrients (N) and the scores of DCA-axes 1 and 2.

	DCA-Achse 1	DCA-Achse 2
F	-0,772	-0,137
R	0,214	-0,442
N	-0,890	0,206

starken Gradienten für die Faktoren Feuchte und Nährstoffe entlang der 1. Achse und einen weniger starken Gradienten für die Reaktion entlang der 2. Achse an. Die Richtung der Pfeile für die Artenzahl und Diversität zeigt, dass die Diversität der *C. epigejos*-Bestände im Gradienten hin zu den nährstoffärmeren und trockeneren Standorten zunimmt.

3.2 Erweiterter Datensatz mit fünf Dominanzklassen von *Calamagrostis epigejos*

Die Ergebnisse der Analyse unter Einbeziehung der Aufnahmen von Ruderalpflanzengesellschaften (erweiterter Datensatz mit 90 Aufnahmen) sind in Tabelle 4 dargestellt. Bis zu einer Deckung von 50 % *C. epigejos* unterscheiden sich die Bestände im Mittel kaum in ihrer Artendichte (0 % *C. epigejos*: 17,4; >0–5 % *C. epigejos*: 17,9; >25–50 % *C. epigejos*: 17,6 Arten/16 m^2). Mit zunehmender Dominanz gibt es eine Tendenz zur Abnahme der Artendichte. Die Unterschiede sind jedoch aufgrund der großen Varianz innerhalb der Dominanzklassen nicht signifikant. Beim Shannon-Wiener-Diversitäts-Index gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Dominanzklassen bis 50 % *C. epigejos* und den beiden höheren Dominanzklassen. Bei >50 % Deckung von *C. epigejos* nimmt die Shannon-Wiener-Diversität (H‘) ab. Bei der Gesamtdeckung der Krautschicht gibt es signifikante Unterschiede zwischen der Dominanzklasse >0–25 % und der höchsten Dominanzklasse (>75–100 %).

Die Korrelationsanalyse des Datensatzes ergab, dass die Artendichte und H‘ negativ mit dem Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht korreliert sind (Tabelle 5). Der Gesamtdeckungsgrad ist wiederum positiv mit den Zeigerwerten für F und N korreliert. Die Diversitätsmaße Artendichte und H‘ sind negativ mit den Zeigerwerten für F und N korreliert (Tabelle 5).

Tabelle 4. Gesamtdeckung der Krautschicht, Artendichte (Arten/16m^2) und Shannon-Wiener-Diversität (H´) von Ruderalpflanzengesellschaften und *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbeständen. SD: Standardabweichung. Die Mittelwerte mit verschiedenen hochgestellten Buchstaben unterscheiden sich signifikant (ANOVA, post hoc Scheffé-Test, $p < 0{,}05$).

Table 4. Total cover of herb layer, species density (species/16m^2) and Shannon-Wiener-diversity (H´) of ruderal communities and stands dominated by *Calamagrostis epigejos*. SD: Standard deviation. Means with different superscript letters within one column are significantly different (ANOVA, post hoc Scheffé-test, $p < 0.05$).

Deckung von *Calamagrostis epigejos*	*n*	Gesamtdeckung Krautsch. % (SD)	Arten Spanne	Arten Median	Arten Mittel (SD)	H´ Spanne	H´ Mittel (SD)
0 %	16	78,3 (21,8) ^{ab}	5-33	16	17,4 (9,3) ^{a}	0,55–2,72	1,70 (0,70) ^{a}
>0–25 %	20	66,3 (26,8) ^{b}	6-30	19,5	17,9 (6,9) ^{a}	0,53–2,43	1,75 (0,57) ^{a}
>25–50 %	13	76,4 (14,9) ^{ab}	6-30	17	17,6 (7,6) ^{a}	1,17–2,20	1,75 (0,32) ^{a}
>50–75 %	29	80,5 (9,0) ^{ab}	5-28	14	14,5 (6,2) ^{a}	0,38–1,95	1,28 (0,42) ^{b}
>75–100 %	12	90,6 (7,3) ^{a}	5-30	12	13,3 (4,1) ^{a}	0,27–1,69	1,03 (0,36) ^{b}

Tabelle 5. Spearman Rangkorrelationsmatrix für die Parameter Gesamtdeckung, Artendichte, Shannon-Wiener-Diversität (H‘) sowie die Ellenberg-Zeigerwerte für F, R und N. Daten der 90 Aufnahmen von Ruderalpflanzengesellschaften und *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbeständen. * $p < 0{,}05$; ** $p < 0{,}01$.

Table 5. Spearman rank correlation matrix for total cover of herb layer, species density, Shannon-Wiener-diversity (H´) and Ellenberg Indicator Values for F, R and N. Data from 90 relevés of ruderal communities and stands dominated by *Calamagrostis epigejos*. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

	Artendichte	H‘	F	R	N
Gesamtdeckung	-0,220*	-0,273**	0,525**	-0,157	0,567**
Artendichte		0,801**	-0,512**	-0,238*	-0,492**
H‘			-0,419**	-0,186	-0,382**

4. Diskussion

4.1 Artenzusammensetzung und soziologische Differenzierung

In der Literatur findet man viele Beispiele ruderaler *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften oder -Bestände, die der hier beschriebenen *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft ähnlich sind, so z. B. die Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Chenopodiea*] Kopecký 1986. In Prager Betrieben nahm diese Gesellschaft 20 % der vegetationsbedeckten Fläche ein (PYŠEK & PYŠEK 1988b). Außer *C. epigejos* erreichten in den Aufnahmen dieser Gesellschaft nur *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense* und *Tanacetum vulgare* eine höhere Stetigkeit (Klasse III und IV). Auch die Bestände von *C. epigejos* in Pilsen und von chemischen Betrieben in Westböhmen wiesen eine ähnliche Artenkombination auf (PYŠEK 1977, 1979). Bei der von GUTTE & HILBIG (1975) beschriebenen *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft handelt es sich um eine der häufigsten Pflanzengesellschaften in den Braunkohlengebieten Sachsens und Sachsen-Anhalts. Sie ist ebenfalls durch Arten der *Agropyretalia* und *Onopordetalia* charakterisiert. BRANDES (1983) unterscheidet nach dem jeweiligen Anteil von *Dauco-Melilotion*- und von *Convolvulo-Agropyrion*-Arten zwei Derivatgesellschaften, die Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Agropyrion*/*Dauco-Melilotion*] und die Dg. *Calamagrostis epigejos*-[*Convolvulo-Agropyrion*]. MUCINA et al. (1993) beschreiben für ruderale Standorte in Österreich eine *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*)-Gesellschaft, die mit der diagnostischen Artenkombination *Achillea millefolium*, *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia vulgaris, Cirsium arvense, Daucus carota*, *Galium album* und *Picris hieracioides* ebenfalls große Ähnlichkeit mit der hier beschriebenen *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft aufweist. Da im vorliegenden Aufnahmematerial *Onopordetalia*-Arten gegenüber den *Agropyretalia*-Arten eine etwas größere Bedeutung haben, wurde der Name *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft gewählt.

Eine *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft wurde bisher noch nicht beschrieben. Da diese Gesellschaft frischer bis feuchter und nährstoffreicher Standorte sowohl ökologisch als auch von der Artenzusammensetzung gut zu unterscheiden ist, halte ich eine Abgrenzung von den *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften trockener und nährstoffärmerer Standorte für sinnvoll. Von den ruderalen und halbruderalen *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften gibt es wiederum Übergänge zu einer *Calamagrostis epigejos*-(*Festuco-*

Sedetalia)-Gesellschaft (Aufn. 53 und 54 in Abb. 2; Spaltennr. 53–54 im Anhang S2). Dies zeigt auch das Aufnahmematerial aus anderen Regionen, z. B. Österreich (MUCINA et al. 1993) oder Sachsen-Anhalt (GRÜTTNER & HEINZE 2003b; Tabelle 1).

DENGLER (1994) untersuchte Trockenrasen und verwandten Gesellschaften im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, darunter auch Bestände mit *C. epigejos*. DENGLER ordnete die von ihm beschriebene *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft damals dem Verband *Convolvulo-Agropyrion repentis* Görs 1966 zu. Die Artendichte lag im Mittel bei 15 Arten/10 m^2 (bei sechs Aufnahmen). Das Artenspektrum dieser Bestände weist ebenfalls Ähnlichkeiten mit der hier beschriebenen *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropy-retalia*)-Gesellschaft auf.

FÜRSTENOW & KUMMER (2011) berichten über die Landreitgras-Ruderalflur (*Rubo-Calamagrostietum epigeji*) im Gebiet des ehemaligen Truppenübungsplatzes „Döberitzer Heide“ westlich von Berlin, dass diese Gesellschaft dort sehr heterogen sei und neben *Dauco-Melilotion*-Arten und Elementen der Frischwiesen auch Arten der Sandtrockenrasen, wie *Hieracium pilosella*, *Helichrysum arenarium* und *Hypochaeris radicata* vorkommen. Diese Beschreibung kommt der *Calamagrostis epigejos*-(*Festuco-Sedetalia*)-Gesellschaft nahe.

Über *C. epigejos*-Dominanzbestände von feuchten bis nassen Standorten wurde bisher seltener berichtet. REIDL (1989) nahm einen Bestand auf dem Gelände der Leichtmetallgesellschaft in Essen auf mit *Lycopus europaeus*, *Bidens frondosa*, *Epilobium hirsutum*, *Molinia caerulea*, *Juncus effusus* und *Salix cinerea*. FIALA et al. (2003) untersuchten Flächen mit *C. epigejos*-Dominanz in brachgefallenen alluvialen Wiesen Süd-Mährens.

Eine Subsummierung der meisten mitteleuropäischen *C. epigejos*-Dominanzbestände (mit Ausnahme jener von Waldschlägen und -rändern) unter eine einzige Assoziation des *Rubo caesii-Calamagrostietum epigeji* (BERG et al. 2004) erscheint wenig hilfreich, da damit die für die Art charakteristische extreme Habitatvielfalt nicht zum Ausdruck kommt und naturnahe Bestände z. B. von Küstendünen mit ruderalen Beständen zusammengefasst werden. Auch in Hinblick auf die Entwicklungsmöglichkeiten der Flächen, die von *C. epigejos* dominiert werden, ist eine differenzierte Betrachtung der diversen *C. epigejos*-Dominanzbestände nötig.

4.2 Die Diversität verschiedener Ruderalpflanzen- und *Calamagrostis epigejos*-Dominanzgesellschaften

Bis zu einer Dominanz von 50 % *C. epigejos* ergeben sich hinsichtlich der Diversität keine Unterschiede bei den untersuchten Ruderalpflanzen- und *C. epigejos*-Dominanzbeständen. Dies zeigen die Mittelwertsvergleiche für den Diversitäts-Index H‘ und die Artendichte. Charakteristisch sind auch bei den höheren Dominanzklassen (>50 % *C. epigejos*) hohe Varianzen bei der Artendichte, d. h. es gibt neben sehr artenarmen auch artenreiche *C. epigejos*-Dominanzbestände. Insgesamt nimmt die Artendichte mit zunehmender Gesamtdeckung der Krautschicht ab, unabhängig davon, ob *C. epigejos* dominiert oder nicht. Die höhere Gesamtdeckung ist Folge einer höheren Produktivität der Standorte, was sich auch in den höheren N-Werten zeigt. Abnehmende Artendichte bei hoher Produktivität wurde in Grünlandgesellschaften häufiger beobachtet (AL-MUFTI et al. 1977, GRACE 1999, WAIDE et al. 1999) und mit verschiedenen Hypothesen erklärt. Nach GRIME (1973) und HUSTON (1979) ist Konkurrenzausschluss bei hoher Produktivität ein entscheidender Faktor, wobei hier in erster Linie Lichtkonkurrenz eine Rolle spielt (REBELE 2000, HAUTIER et al.

2009). Entsprechend der species-pool-Hypothese (TAYLOR et al. 1990) ist Konkurrenzausschluss nur ein proximaler ökologischer Mechanismus, wenn es im Artenpool einer Region nur wenige Arten gibt, die an hochproduktive Habitate adaptiert sind.

Um die Diversität der von *C. epigejos* dominierten Vegetationsbestände zu beurteilen, ist ein Vergleich mit anderen Vegetationstypen des Grünlandes angebracht. Frischwiesen, Frischweiden und Sandtrockenrasen-Gesellschaften sind im Durchschnitt artenreicher als die hier beschriebenen *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften (Tabelle 6). Die Shannon-Wiener-Diversitäts-Indices liegen im Mittel ebenfalls höher.

Ein Vergleich der Spannen zeigt jedoch, dass die Maxima auch für die anderen Grünlandvegetationstypen im Berliner Raum (mit maximal 32 Arten/16 m^2 bei den *Arrhenatherion*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Gesellschaften) nicht wesentlich höher sind als bei den *C. epigejos*-Dominanzbeständen. Die Aufnahmen von Ruderalpflanzengesellschaften ohne Dominanz von *Calamagrostis* liegen mit durchschnittlich 17,7 Arten/16 m^2 (Tabelle 6) im mittleren Bereich.

4.3 Entstehung und Entwicklung von *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften

DENGLER (1994) charakterisiert die von ihm beschriebene *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft als artenarme Dominanzgesellschaft und deutet die anderen Arten, wie z. B. *Convolvulus arvensis*, *Poa angustifolia*, *Galium album* ssp. *album*, *Echium vulgare*, *Silene alba* ssp. *alba*, *Arrhenatherum elatius* und *Conyza canadensis,* als „Überbleibsel" eines vorausgegangenen Vegetationstyps. Dem liegt die Auffassung zugrunde, dass *C. epigejos* in andere Gesellschaften, z. B. Ruderalpflanzengesellschaften oder Sandtrockenrasen einwächst und diese verdrängt (BERG et al. 2004). Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, dass *C. epigejos* etwa gleichzeitig mit Arten der *Artemisietea*, *Arrhenatheretea* und der *Koelerio-*

Tabelle 6. Artenreichtum und Shannon-Wiener-Diversität (H´) verschiedener Ruderal- und Grünlandgesellschaften in Berlin. Eine Liste mit den Orten der Aufnahmen findet sich im Anhang S3.

Table 6. Species richness and Shannon-Wiener-diversity (H´) of various ruderal and grassland communities in Berlin. The localities of samples are listed in Appendix S3.

Gesellschaft	Anzahl Aufn.	Arten gesamt	Arten/ 16m^2 Spanne	Median	Arten/ 16m^2 Mittel	H´ Spanne	H´ Mittel
Calamagrostis epigejos-Gesellschaften (*C. epigejos* >25% Deckung)	54	153	5–30	14	15,0	0,27–2,20	1,33
Ruderalgesellschaften (*Onopordetalia*, *Agropyretalia, Galio-Urticetea*)	36	146	5–33	18,5	17,7	0,53–2,72	1,73
Frischwiesen (*Arrhenatherion elatioris* (Br.Bl. 1925) W. Koch 1926	28	114	12–32	21	21,8	1,45–2,58	2,15
Frischweiden (*Cynosurion cristati* R. Tüxen 1947)	15	91	16–31	20	20,7	1,64–2,53	2,02
Schiller- und Silbergras-Pionierfluren (*Koelerio-Corynephoretea* Klika ap. Klika et Nowak 1941)	16	104	9–32	19,5	20,8	0,40–2,62	1,91

Corynephoretea auftritt oder dass sich manche Ruderalarten (z. B. *Picris hieracioides*) und Arten der Sandtrockenrasen später als *C. epigejos* ansiedeln. Letzteres ist auf sandigen, nährstoffarmen Aufschüttungen oder Abgrabungen zu beobachten, solange die Flächen noch relativ offen sind (REBELE & LEHMANN 2007).

Typisch für die *Calamagrostis epigejos*-(*Galio-Urticetea*)-Gesellschaft ist, dass Gehölze so gut wie keine und bei der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft nur eine geringe Rolle spielen (Tabelle 2). Solange das Landreitgras nicht von Gehölzen in der Sukzession abgelöst wird, bleibt es meist dominant, was jedoch nicht bedeuten muss, dass alle anderen Arten verdrängt werden. Um Aussagen über die Verdrängung anderer Arten zu machen, braucht es lange Beobachtungszeiträume, da sich Fluktuationen und langfristige Prozesse überlagern. In einem fünf Jahre dauernden Versuch zur Konkurrenz von *C. epigejos* mit ruderalen Hochstauden (*Tanacetum vulgare* und *Solidago canadensis*) auf unterschiedlich nährstoffreichen Böden gab es einen Konkurrenzausschluss von *Solidago canadensis* erst im fünften Versuchsjahr und nur auf nährstoffreichem Oberboden, nicht jedoch auf den nährstoffärmeren Substraten Ruderalboden und Sand (REBELE 2000).

Bestandsaufnahmen im FFH-Gebiet „NSG Falkenberger Rieselfelder“ in den Jahren 2005 und 2011 (REBELE 2005, 2011a) zeigten keine nennenswerte Abnahme von Arten der *Koelerio-Corynephoretea* bzw. *Festuco-Brometea* in verschiedenen *C. epigejos*-Dominanzbeständen auf trockenen und nährstoffarmen sandigen Böden. Dominanz bedeutet eben nicht in jedem Falle Konkurrenzausschluss. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel einer *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft mit *Centaurium erythraea*, das seit mindestens acht Jahren mit *C. epigejos* vergesellschaftet ist. Die Untersuchungsfläche liegt im trockeneren und nährstoffärmeren Bereich eines ehemaligen Sickerbeckens, das seit der Beendigung der Abwassereinleitungen ab dem Jahr 1996 der ungestörten Sukzession unterliegt. Die Populationsgröße von *Centaurium erythraea* blieb mit einigen Hundert Individuen im Zeitraum von 2005–2011 trotz Dominanz von *C. epigejos* relativ unverändert (REBELE 2011a). Über *Centaurium erythraea* heißt es bei OBERDORFER (2001) „gern mit *Calamagrostis epig*.“ (S. 752), ein Hinweis, dass eine Vergesellschaftung beider Arten auch schon in anderen Regionen und in anderen Pflanzengemeinschaften (z. B. Schlagfluren) beobachtet wurde.

4.4 Rückgang der Dominanz durch Mahd und Beweidung

Calamagrostis epigejos reagiert im Vergleich zu einigen Wiesengräser, wie z. B. *Arrhenatherum elatius* oder *Dactylis glomerata*, relativ empfindlich auf kontinuierliche Mahd (Mahd-Zahl 2 in der 9-stufigen Skala für Mahdverträglichkeit von BRIEMLE & ELLENBERG 1994). KLIMEŠ & KLIMEŠOVÁ (2002) zeigten, dass durch Mahd bei den hochwüchsigen Grasarten *Molinia arundinacea* und *C. epigejos* die Kohlenstoffreserven durch den Biomasseentzug stärker reduziert werden als bei der niedrigwüchsigeren Art *Bromus erectus*.

Werden *C. epigejos*-Dominanzbestände regelmäßig gemäht, so können sie innerhalb weniger Jahre in Wiesen- oder andere Grasland-Gesellschaften umgewandelt werden (HÁZI et al. 2011, KLIMEŠ et al. 2013, REBELE n.p.). Das Landreitgras verschwindet zwar in der Regel nicht vollständig, die Dominanz nimmt jedoch deutlich ab. Im Berliner Raum spielen dann vor allem Arten der *Arrhenatheretalia* eine größere Rolle. Auf einer Deponiefläche mit einer sandigen Aufschüttung ging bei einschüriger Mahd im Spätsommer die Deckung von *C. epigejos* von >50 % in einem Zeitraum von fünf Jahren auf <10 % im Frühjahr und ca. 20 % im Spätsommer zurück (REBELE 2010). Auf benachbarten Flächen, die seit Beginn der Besiedlung durch *C. epigejos* zweimal jährlich gemäht wurden, lag der Deckungsgrad in den meisten Jahren nur bei 2–3 % (REBELE & LEHMANN 2007, REBELE 2010).

Abb. 3. Bestand einer *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft mit *Centaurium erythraea* im NSG Falkenberger Rieselfelder. Ehemaliges Sickerbecken, das einen starken Nährstoff- und Feuchtegradienten aufweist und seit 1996 der ungestörten Sukzession unterliegt. Der Bestand mit *Centaurium erythraea* wächst im nährstoffärmeren und trockeneren Bereich des Beckens mit Übergängen der *Calamagrostis epigejos*-(*Onopordetalia*/*Agropyretalia*)-Gesellschaft zur *Calamagrostis epigejos*-(*Festuco-Sedetalia*)-Gesellschaft (Foto: F. Rebele, 03.10.2011).

Fig. 3. Stand of a *Calamagrostis epigejos*-community in the nature reserve "Falkenberger Rieselfelder" with a population of *Centaurium erythraea*. The community grows in an abandoned wastewater basin, where colonization and spontaneous succession has been going on since 1996. The stand with *Centaurium erythraea* grows on the drier and nutrient-poor end of a strong moisture and nutrient gradient (Photo: F. Rebele, 03.10.2011).

In einem neun Jahre dauernden Versuch zur Reduzierung von *C. epigejos* in Weinbergsbrachen in Ungarn durch zweischürige Mahd (im Juni und September) ging die durchschnittliche Deckung von *C. epigejos* von ca. 65 % im Jahr 2001 auf 3 % im Jahr 2009 zurück. Gleichzeitig nahm der Deckungsgrad der Zielarten des Graslandmanagements (Arten des *Euphorbio pannonicae-Brachypodietum pinnati*) im gleichen Zeitraum von insgesamt 24 % auf 41 % zu. Ein Rückgang der Dominanz von *C. epigejos* war jedoch auch auf den Kontrollflächen zu beobachten (Flächen ohne Mahd, die der Sukzession unterliegen). Hier nahm die Deckung von *C. epigejos* von durchschnittlich 62 % auf 27 % ab. Sowohl auf den gemähten Flächen als auch auf den Kontrollflächen nahm hingegen die Deckung von *Brachypodium pinnatum* stark zu (von 2 % auf 28 % auf den gemähten und von 1 % auf 29 % auf den ungemähten Flächen (HÁZI et al. 2011).

SCHWABE et al. (2013) berichten über einen Beweidungsversuch mit Schafen und Eseln in einem Steppenrasen der nördlichen Oberrheinebene. Dabei ging die Deckung von *C. epigejos* in einem Zeitraum von 12 Jahren von etwa 10 % auf etwa 2 % zurück. Auf un-

beweideten Flächen nahm die Deckung von etwa 6 % auf etwa 14 % zu. Auf einer benachbarten Ackerbrache war *C. epigejos* mit einer die Deckung von 37 % vertreten. Nach Aufnahme der Beweidung war die Deckung von *C. epigejos* um die Hälfte reduziert.

Auf sehr produktiven Standorten, wie wir sie auf ehemaligen Rieselfeldern vorfinden, wird *C. epigejos* bei extensiver Beweidung nur in geringem Maße reduziert. Im NSG Falkenberger Rieselfelder blieben weite Bereiche mit Dominanz von *C. epigejos* bei extensiver Ganzjahresbeweidung mit Heckrindern und Liebenthaler Pferden (zusammen 0,5 GEV/ha) relativ unbeeinflusst (Abb. 1). Nur kleinere Teilflächen wurden durch die Beweidung in Frischweiden (*Lolio-Cynosuretum*) umgewandelt. Diese Flecken mit Frischweiden liegen wie Inseln in einem Meer von *C. epigejos*-Dominanzbeständen. Erst bei zusätzlicher kontinuierlicher Mahd geht die Dominanz von *C. epigejos* flächenhaft zurück. So führte z. B. die Mahd in einem 3,5 ha großen ehemaligen Sickerbecken, das schon vorher mit Schottischen Hochlandrindern beweidet wurde, zu einem deutlichen Rückgang der Deckung. Durch die zusätzliche Mahd ließ sich auf dieser Teilfläche die Dominanz von *C. epigejos* auf < 25 % reduzieren. Bei weiterer extensiver Beweidung mit Rindern entstand hier in der Folge ein Mosaik aus Frischwiesen und Frischweiden (REBELE 2011a).

5. Schlussfolgerung

Im Vergleich mit anderen Vegetationstypen des Grünlandes ist zumindest bei einem Teil der von *Calamagrostis epigejos* dominierten Bestände eine geringere Phytodiversität festzustellen. Durch Maßnahmen wie regelmäßige Mahd oder Beweidung kann die Diversität auf solchen Flächen erhöht werden. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch, dass es auch artenreiche Ausbildungen von *Calamagrostis epigejos*-Dominanzgesellschaften geben kann und nicht in jedem Fall eine Konkurrenzverdrängung anderer Arten stattfindet. Es sollte zudem bedacht werden, dass gerade in stark gestörten Landschaften *C. epigejos*-Bestände wichtige ökologische Funktionen erfüllen (Erosionsschutz, Filterung und Festlegung von Schadstoffen oder eines Überangebotes an Nährstoffen). BRÜNN (1999) stellte fest, dass *C. epigejos* in stickstoffbelasteten Kiefernwäldern jährlich bis zu 42 % des Mineralstickstoffs aufnehmen kann und deshalb ein wichtiger Stickstoffzwischenspeicher ist. BRÖRING et al. (1998) weisen auch darauf hin, dass *C. epigejos*-Bestände auf Kippenflächen der Bergbaufolgelandschaft ein wichtiger Lebens- und Ausbreitungsraum für Arthropoden und Kleinsäuger sind.

Danksagung

Ich danke Johannes Kollmann und den anonymen Gutachtern für hilfreiche Kritiken und Anregungen zum Manuskript.

Beilage und Anhänge

Zusätzliche unterstützende Information ist in der Online-Version dieses Artikels zu finden.

Additional supporting information may be found in the online version of this article.

Anhang S1. Vegetationstabelle der *Calamagrostis epigejos*-Dominanzbestände mit allen 54 Aufnahmen.

Appendix S1. Complete table of stands dominated by *Calamagrostis epigejos* with 54 relevés.

Anhang S2. Vegetationstabelle von Ruderalpflanzengesellschaften mit 36 Aufnahmen.

Appendix S2. Table of ruderal communities with 36 relevés.

Anhang S3. Liste der Aufnahmeorte und Quellen aller Vegetationsaufnahmen.

Appendix S3. List of locations and references of all relevés.

Literatur

ACKERMANN, W. & DURKA, W. (1998): SORT 4.0. Programm zur Bearbeitung von Vegetationsaufnahmen und Artenlisten.

AL-MUFTI, M.M., SYDES, C.L., FURNESS, S.B., GRIME, J.P. & BAND, S.R. (1977): A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. – J. Ecol. 65: 759–91.

BARKMANN, J.J., DOING, H. & SEGAL, S. (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. – Acta Bot. Neerl. 13: 394–419.

BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. & ISERMANN, M. (2004): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband. – Weissdorn-Verlag, Jena: 606 pp.

BERGMANN, J.-H. (1990): Der Einfluß des Sandrohrs (*Calamagrostis epigejos*) auf das Kiefernwachstum unter Bedingungen starker Stickstoffimmissionen. – Beitr. Forstwirtsch. 24: 12–15.

BERGMANN, J.-H. & FLÖHR, W. (1988): Zur Wirkung von Fremdstoffen in den Wäldern der DDR unter besonderer Berücksichtigung einer Veränderung der Bodenflora. – Sozial. Forstwirt. 38: 164–166.

BOLTE, A. (1999): Canopy thinning, light climate and distribution of *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH in a Scots pine forest (*Pinus sylvestris* L.). – Verh. Ges. Ökol. 29: 9–18.

BORNKAMM, R., MEYER, G. & MARKAN, K. (1993): Über die Wirkung von Kronenschluß und Düngung auf die Entwicklung von Waldbodenarten eines Kiefernforstes in Berlin-Spandau. – Phytocoenologia 23: 601–610.

BRANDES, D. (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. – Phytocoenologia 11: 31–115.

BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen – Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. – Natur Landsch. 69 Jg., H. 4: 139–147.

BRÖRING, U., FELINKS, B., MRZLJAK, J., SCHULZ, F. & WIEGLEB, G. (1998): Konzepte für die verantwortungsvolle Gestaltung und nachhaltige Entwicklung naturnaher Offenlandbereiche der Bergbaufolgelandschaften. – Forum der Forschung 7: 85–90. BTU Cottbus.

BRÜNN, S. (1999): Untersuchungen zum Mineralstoffhaushalt von *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth in stickstoffbelasteten Kiefernwäldern. – Ber. Forschungsz. Waldökosysteme A 160. Göttingen: 163 pp.

CHYTRÝ, M., PEŠOUT, P. & ANENCHONOV, O.A. (1993): Syntaxonomy of Vegetation of Svjatoj Nos Peninsula, Lake Baikal. 1. Non Forest Communities. – Folia Geobot. Phytotx. 28: 337–383.

COHN, E.V.J., ROSTANSKI, A., TOKARSKA-GUZIK, B., TRUEMAN, I.C. & WOZNIAK, G. (2001): The flora and vegetation of an old solvay process tip in Jaworzno (Upper Silesia, Poland). – Acta Soc. Bot. Polon. 70: 47–60.

DENGLER, J. (1994): Flora und Vegetation von Trockenrasen und verwandten Gesellschaften im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. – Gleditschia 22: 179–321.

DENGLER, J., BERG, C., EISENBERG, M., ISERMANN, M., JANSEN, F., KOSKA, I., LÖBEL, S., MANTHEY, M., PÄZOLT, J., SPANGENBERG, A., TIMMERMANN, T. & WOLLERT, H. (2003): New descriptions and typifications of syntaxa within the project 'Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability' – Part I. – Feddes Repert. 114: 587–631.

DUŠEK, J. (2002): Seasonal dynamic of non-structural saccharides in an rhizomatous grass *Calamagrostis epigejos*. – Biol. Plant. 45: 383–387.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. 18: 1–248.

ELSHOLZ, C. & RIEBESELL, F. (1995): Tangersdorfer Heide – ein Truppenübungsplatz wird Naturschutzgebiet. – Berliner Naturschutzbl. 39: 316–344.

FIALA, K., HOLUB, P., SEDLÁKOVÁ, I., TŮMA, I., ZÁHORA, J. & TESAŘOVÁ, M. (2003): Reasons and consequences of expansion of *Calamagrostis epigejos* in alluvial meadows of landscape affected by water control measures – a multidisciplinary research. – Ekológia (Bratislava) 22, Suppl. 2: 242–252.

FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. – Gustav Fischer, Jena: 321pp + Tafeln und Karten.

FÜRSTENOW, J. & KUMMER, V. (2011): Exkursion 3: Vegetation und Landschaftspflege in der Döberitzer Heide. – Tuexenia Beih. 4: 103–126.

GRACE, J.B. (1999): The factors controlling species density in herbaceous plant communities: an assessment. – Perspect. Plant Ecol. Evol. System. 2: 1–28.

GRIME, J.P. (1973): Competitive exclusion in herbaceous vegetation. – Nature 242: 344–347.

GRÜTTNER, A. & HEINZE, U. (2003a): Welche Bedeutung hat die sexuelle Reproduktion für den Erfolg der Art *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH? – Feddes Repert. 114: 240–256.

GRÜTTNER, A. & HEINZE, U. (2003b): *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH: Bestandesstruktur, Gesamtbiomasse und Biomasseverteilung an unterschiedlichen Standorten. – Hercynia N.F. 36: 235–259.

GUTTE, P. & HILBIG, W. (1975): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. XI. Die Ruderalvegetation. – Hercynia N.F. 12: 1–39.

HÄMET-AHTI, L. (1970): A.K. Cajander's vascular plant collection from the Lena River, Siberia, with his ecological and floristic notes. – Ann. Bot. Fenn. 7: 255–324.

HAUTIER, Y., NIKLAUS, P.A. & HECTOR, A. (2009): Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. – Science 324: 636–638.

HÁZI, J., BARTHA, S., SZENTES, B., WICHMANN, B. & PENKSZA, K. (2011): Seminatural grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. – Plant Biosyst. 145: 699–707.

HEINSDORF, D. (1984): Wirkung von Mineraldüngung auf Ernährung und Wachstum von Winterlinden (*Tilia cordata* Mill.) auf Kippenbodenformen der Niederlausitz. – Beitr. Forstwirtsch. 18: 28–36.

HÖPFNER, B. (1966): Ökophysiologische Untersuchungen in einem extrem sauren *Calamagrostidetum epigeios*. – Diss. Universität Gießen: 243pp.

HOFMANN, G. & HEINSDORF, D. (1990): Zur landschaftsökologischen Wirkung von Stickstoff-Emissionen aus Tierproduktionsanlagen, insbesondere auf Waldbestände. – Tierzucht 44: 500–504.

HOFMANN, G., HEINSDORF, D. & KRAUß, H.-H. (1990): Wirkung atmogener Stickstoffeinträge auf Produktivität und Stabilität von Kiefern-Forstökosystemen. – Beitr. Forstwirtsch. 24: 59–73.

HUSÁKOVÁ, J., PIVNIČKOVÁ, M. & CHRTEK, J. (1988): Botanická inventarizace státní přírodní rezervace Hrabanovská černava (Botanisches Inventar des staatlichen Naturschutzgebiets Hrabanovská černava) [in Czech]. – Bohem. cent.. 17: 39–118.

HUSTON, M.A. (1979): A general hypothesis of species diversity. – Am. Nat. 113: 81–101.

JENTSCH, H. (1994): Das Naturschutzgebiet Sukzessionslandschaft Nebendorf. – Natursch. Landschaftspfl. Brandenburg, Heft 1, 1994: 29–32.

JURASZEK, H. (1928): Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. – Bull. Acad. Polon. Sci. Lettr., Cl. Sci. Math. Nat., Sér. B: 565–610.

KENT, M. & COKER, P. (1992): Vegetation description and analysis. – CRC Press, Boca Raton: 363 pp.

KLIMEŠ, L., HÁJEK, M., MUDRÁK, O., DANČÁK, M., PREISLEROVÁ, Z., HÁJKOVÁ, P., JONGEPIEROVÁ, I. & KLIMEŠOVÁ, J. (2013): Effects of changes in management on resistance and resilience in three grassland communities. – Appl. Veg. Sci. 16: 640–649.

KLIMEŠ, L. & KLIMEŠOVÁ, J. (2002): The effects of mowing and fertilization on carbohydrate reserves and regrowth of grasses: do they promote plant coexistence in species-rich meadows. – Evol. Ecol. 15: 363–382.

KLOTZ, S. (1981): Pflanzensoziologische Untersuchungen an einer Kalkhydratdeponie bei Knapendorf, Kr. Merseburg. – Wiss. Z. Univ. Halle 30'81 M, H. 3: 55–76.

KOPECKÝ, K. (1978): Die straßenbegleitenden Rasengesellschaften im Gebirge Orlické hory und seinem Vorlande. – Vegetace ČSSR, Praha, ser. A, 10: 1–264.

KOPECKÝ, K. (1986): Versuch einer Klassifizierung der ruderalen *Agropyron repens*- und *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. – Folia Geobot. Phytotx. 21: 225–242.

KOPECKÝ, K. (1992): Syntaxonomische Klassifizierung von Pflanzengesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. – Tuexenia 12: 13–24.

KOPECKÝ, K. & HEJNÝ, S. (1974): A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. – Vegetatio 29: 17–20.

KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationsk. 34: 1–519.

KOWARIK, I. & LANGER, A. (1994): Vegetation einer Berliner Eisenbahnfläche (Schöneberger Südgelände) im vierten Jahrzehnt der Sukzession. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 127: 5–43.

KOWARIK, I. & SEIDLING, W. (1989): Zeigerwerte nach Ellenberg – Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. – Landschaft & Stadt 21: 132–143.

KUNICK, W. (1974): Veränderungen von Flora und Vegetation einer Großstadt dargestellt am Beispiel von Berlin (West). – Diss. TU Berlin: 472 pp.

LANGER, A. (1994): Flora und Vegetation städtischer Straßen am Beispiel Berlins. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S 10: 1–199. TU Berlin.

LEHMANN, C. & REBELE, F. (1994): Zum Potential sexueller Fortpflanzung bei *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. – Verh. Ges. Ökol. Bd. 23: 445–450.

LEHMANN, C. & REBELE, F. (2004): Evaluation of heavy metal tolerance in *Calamagrostis epigejos* and *Elymus repens* revealed copper tolerance in a copper smelter population of *C. epigejos*. – Environ. Exp. Bot. 51: 199–213.

LEHMANN, C. & REBELE, F. (2005): Phenotypic plasticity in *Calamagrostis epigejos* (*Poaceae*): Response capacities of genotypes from different populations of contrasting habitats to a range of soil fertility. – Acta Oecol. 28: 127–140.

MÖLLER, J. & FIDDICKE, M. (1996): Der Übungsplatz Altranft – Bedeutung und Gefährdung eines kleinen militärischen Ausbildungsgeländes. – Natursch. Landschaftspfl. Brandenburg, 1996: 29–33.

MUCINA, L., GRABHERR, G. & T. ELLMAUER (Eds.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil 1 Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer, Jena: 578 pp.

OBERDORFER, E. (Ed.) (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. 2. Auflage. – Gustav Fischer, Stuttgart: 355 pp.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1051 pp.

PETERSEN, J. (2000): Die Dünentalvegetation der Wattenmeerinseln in der südlichen Nordsee. – Husum Druck- und Verlagsges., Husum: 205 pp + Anhang.

PRACH, K. (1987): Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. – Folia Geobot. Phytotx. 22: 339–354.

PYŠEK, A. (1977): Sukzession der Ruderalpflanzengesellschaften von Groß-Plzen. – Preslia 49: 161–179.

PYŠEK, A. (1979): Zur Vegetation der chemischen Betriebe des Bezirkes Westböhmen. – Preslia 51: 363–373.

PYŠEK, P. & PYŠEK, A. (1988a): Die Vegetation der Betriebe des östlichen Teiles von Praha. 1. Floristische Verhältnisse. – Preslia 60: 339–347.

PYŠEK, P. & PYŠEK, A. (1988b): Die Vegetation der Betriebe des östlichen Teiles von Praha. 2. Vegetationsverhältnisse. – Preslia 60: 349–365.

REBELE, F. (1986): Die Ruderalvegetation der Industriegebiete von Berlin (West) und deren Immissionsbelastung. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 43: 1–224. TU Berlin.

REBELE, F. (1996): *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth auf anthropogenen Standorten – ein Überblick. – Verh. Ges. Ökol. 26:753–763.

REBELE, F. (2000): Competition and coexistence of rhizomatous perennial plants along a nutrient gradient. – Plant Ecol. 147: 77–94.

REBELE, F. (2001): Gutachten zur Erfolgskontrolle der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen im Bereich Schleipfuhl, Bezirk Hellersdorf-Marzahn. – Gutachten im Auftrag des Fördervereins Naturschutzstation Malchow e.V.

REBELE, F. (2005): Floristische und vegetationskundliche Bestandsaufnahme des NSG Falkenberger Rieselfelder mit Biotopkartierung im Maßstab 1 : 2000. Bewertung des Einflusses der Beweidung auf die Vegetationsentwicklung. – Gutachten im Auftrag des Fördervereins Naturschutzstation Malchow e.V.

REBELE, F. (2008): Floristisches und vegetationskundliches Gutachten zur Maßnahmenfläche „Trockenlebensraum“ Bohnsdorf-West. – Gutachten im Auftrag der Freien Planungsgruppe Berlin GmbH.

REBELE, F. (2009): Renaturierung von Ökosystemen in urban-industriellen Landschaften. – In: ZERBE S. & WIEGLEB, G. (Eds.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa: 389–422. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

REBELE, F. (2010): Dokumentation der Vegetationsentwicklung auf dem Westhügel der ehemaligen Mutterbodendeponie am Wartenberger Weg (Bestandteil des Naturschutzgebietes Malchower Aue) für die Jahre 2006 - 2010. – Gutachten im Auftrag des Bezirksamtes Lichtenberg von Berlin (Amt für Umwelt und Natur) und des Fördervereins Naturschutzstation Malchow e.V.

REBELE, F. (2011a): Floristische und vegetationskundliche Bestandsaufnahme des NSG Falkenberger Rieselfelder mit Biotopkartierung im Maßstab 1 : 2 000. – Gutachten im Auftrag des Fördervereins Naturschutzstation Malchow e.V.

REBELE, F. (2011b): Floristischer und vegetationskundlicher Fachbeitrag zur Bebauung der Brachfläche zwischen Hagenower und Schweriner Ring in Berlin-Wartenberg. – Gutachten im Auftrag des Fördervereins Naturschutzstation Malchow e.V.

REBELE, F. & LEHMANN, C. (2001): Biological Flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH. – Flora 196: 325–344.

REBELE, F. & LEHMANN, C. (2007): Renaturierung einer Erdstoffdeponie durch spontane und gelenkte Sukzession – Ergebnisse aus 10 Jahren Dauerbeobachtung. – Natursch. Landschaftspl. 39: 119–126.

REBELE, F., SURMA, A., KUZNIK, C., BORNKAMM, R. & BREJ, T. (1993): Heavy metal contamination of spontaneous vegetation and soil around the copper smelter "Legnica". – Acta Soc. Bot. Polon. 62: 53–57.

REIDL, K. (1989): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen als Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz in der Stadt - dargestellt am Beispiel Essen. – Diss. Univ. GHS Essen: 811 pp.

SCHMIDT, W., PFIRRMANN, H. & BRÜNN, S. (1996): Zur Ausbreitung von *Calamagrostis epigejos* in niedersächsischen Kiefernwäldern. – Forst und Holz 51: 369–372.

SCHUBERT, R., HILBIG, W. & KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. – Gustav Fischer, Jena: 403 pp.

SCHWABE, A., SÜSS, K. & STORM, C. (2013): What are the long-term effects of livestock grazing in steppic sandy grassland with high conservation value? Results from a 12-year field study. – Tuexenia 33: 189–212.

SEIDLING, W. (1998): Über Vorkommen und Umweltbezüge des Land-Reitgrases in den Berliner Forsten. – Forstarchiv 69: 19–27.

SOMODI, I., VIRÁGH, K. & PODANI, J. (2008): The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. – Appl. Veg. Sci.11:187–192.

TAYLOR, D.R., AARSSEN, L.W. & LOEHLE, C. 1990. On the relationship between r/K selection and environmental carrying capacity: a new habitat templet for plant life history strategies. – Oikos 58: 239–250.

TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. (2002): CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca, NY.

VEER, M.A.C. & KOOIJMAN, A.M. (1997): Effects of grass-encroachment on vegetation and soil in Dutch dry dune grasslands. – Plant Soil 192: 119–128.

WAGENITZ-HEINECKE, R. (1958): Zur Vegetationsentwicklung auf Brand- und Schlagflächen in märkischen Kiefernwäldern. – Wiss. Z. Pädagog. Hochsch. Potsdam, Math.-Nat. Reihe, 4. Jg., H. 1: 55–64.

WAIDE, R. B., WILLIG, M. R., STEINER, C. F., MITTELBACH, G., GOUGH, L., DODSON, S.I., JUDAY, G.P. & PARMENTER, R. (1999): The relationship between productivity and species richness. – Annu. Rev. Ecol. Syst. 30: 257–300.

WERNER, W. (1983): Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt einiger Pflanzenbestände. – Scr. Geobot.16: 1–95.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 765 pp.

WOŁAK, J. (1980): Reaction of ecosystems to large concentrations of air-pollution. – Ber. Intern. Symp. Int. Ver. Vegetationskd. („Epharmonie“, Rinteln 1979). Vaduz: 301–308.

ZEHM, A. (1997): Zur Koinzidenz von Sandvegetation, ihrer Struktur und Heuschrecken-Zönosen (*Orthoptera*) in der hessischen Oberrheinebene. – Tuexenia 17: 193–222.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: NS_34

Autor(en)/Author(s): Rebele Franz

Artikel/Article: Artenzusammensetzung und Diversität von Calamagrostis epigejos-Dominanzbeständen auf Brachflächen und ehemaligen Rieselfeldern in Berlin 247-270