

# Federgras-Bestände in Mitteldeutschland. - Teil I. Aktuelle Situation und Bestandsentwicklung

Tim MEIER und Monika PARTZSCH

15 Abbildungen und 6 Tabellen

## Abstract

MEIER, T., PARTZSCH, M. (2018): Feather grass stands in Central Germany - Part I. Present situation and development of stands. - *Hercynia N. F.* 51/2: 113 – 154.

The processes of “Global Change” and the decline of traditional land use lead to a declining biodiversity in xerothermic plant communities. The *Stipa* grassland communities in Central Germany, which are very similar in terms of its floristic composition, are increasingly being shaped by these processes. The aim of the study was to provide an up-to-date survey of the stands of the four endangered *Stipa* species (*Stipa capillata*, *Stipa pennata*, *Stipa pulcherrima*, *Stipa tirsia*) in the area (Nordharzvorland and Harz, Kyffhäuser, Saale-Unstrut-Triasland) to establish a future area-based monitoring with exact GIS coordinates and to record and evaluate the change tendencies in the *Stipa* stands by comparing them with historical vegetation surveys. The floristic-ecological comparison of the current surveys shows that the different *Stipa* grassland communities are very similar. The comparison with the historical surveys using the Soerensen index showed a floristic similarity between about 50 and 75, from which changes can be derived over time. Overall, the typical xerothermic grassland species *Bothriochloa ischaemum*, *Cerastium pumilum*, *Hornungia petraea* and *Medicago minima* have disappeared over a period of about 20 years, but *Anthericum ramosum*, *Cervaria rivini*, *Globularia bisnagarica* and *Thesium linophyllum* have occurred. A negative effect showed the increase of the grasses *Brachypodium pinnatum* and *Bromus erectus* and some ruderal species (*Echium vulgare*, *Falcaria vulgaris*). However, within the last 20 years there has been no major change in the floristic composition of *Stipa* grassland communities in Central Germany. Rather, these xerothermic grasslands have a high stability, due there very constant local conditions, and also to their long-time management by sheep grazing. In order to maintain the very valuable species compositions of *Stipa* grasslands, the traditional land use must be continued.

**Key words:** *Stipa*, Festuco-Brometea, xerothermic grassland, dominant grass species, global change, land use, vegetation survey, Soerensen index

## 1 Einleitung

Federgräser gehören zu den auffälligsten und attraktivsten Grasarten unserer Xerothermrassen, die mit ihren langen Grannen (bis zu 50 cm) im Gelände weithin sichtbar sind. In Mitteldeutschland sind die Bestände aber nur kleinflächig aufgrund eines wärmebegünstigten Lokalklimas zu finden und gelten hier als extrazonale Vegetation (MEUSEL 1940, SCHUBERT 2001). Ihr Hauptverbreitungsgebiet befindet sich in den kontinentalen Steppenregionen, wo sie in Übereinstimmung mit dem jeweiligen Makroklima die zonale Vegetation bilden (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Die *Stipa*-Arten haben eine sehr interessante Ausbreitungs- bzw. Besiedlungsgeschichte: Während der frühen post-glazialen Periode war steppenartiges Grasland in Zentraleuropa und speziell auch im Mitteldeutschen Trockengebiet weitverbreitet (LANG 1994, HEWITT 1996, FREY & LÖSCH 2010). Die post-glaziale Expansion dieser Steppengebiete begann mit der Klimaerwärmung vor ca. 10.000 Jahren, als osteuropäische Steppenelemente nach Westen entlang von Ausbreitungskorridoren (z. B. Flusstäler) einwanderten (POTT 1996, FREY & LÖSCH 2010). Mit zunehmender Erwärmung und höheren Niederschlägen wanderten Laubbaumarten aus ihren südeuropäischen Rückzugsgebieten, in denen sie die

Eiszeit überdauerten, wieder nach Mitteleuropa ein. Sie verdrängten die Steppenelemente auf isolierte Standorte, die aufgrund ihrer extremen edaphischen und mikroklimatischen Bedingungen Baumwuchs ausschlossen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Im Zuge der neolithischen Revolution, während sich der Mensch vom Jäger und Sammler zum Ackerbauern und Viehzüchter wandelte, begann er in die natürliche Landschaftsentwicklung einzugreifen (CHILDE 1936). Abholzung und Beweidung führten in der Folge zu einer Wiederausdehnung der Graslandfragmente (LANG 1994). Gegenwärtig verursachen zum einen die Intensivierung der Landwirtschaft, zum anderen die Brachlegung von Flächen eine Verringerung der Flächengrößen und eine zunehmende Isolation dieser wertvollen Landschaftselemente.

In den letzten Jahrzehnten hat sich aufgrund veränderter anthropogener Einflüsse ein hoher Anteil ehemals artenreicher naturnaher Xerothermrassen in artenärmere Pflanzengesellschaften umgewandelt (RÖRMERMANN et al. 2005, ENYEDI et al. 2008). Vor allem die Prozesse des „Global Change“, wie z. B. Klimaänderungen und die Erhöhung des atmosphärischen Stickstoffeintrages, führen zur Dominanz von Gräsern gegenüber dikotylen Arten und beeinflussen somit die Artenvielfalt negativ (WILLEMS 1987, BOBBINK et al. 1998, DIEKMANN et al. 2014). Auch der Rückgang der traditionellen Landnutzung, wie Beweidung und Mahd, bewirken eine rückläufige Artenvielfalt in xerothermen Pflanzengesellschaften (PARTZSCH 2000, POSCHLOD & WALLIS DE VRIES 2002, HÜLBER et al. 2017). Vor allem der fehlende Verbiss durch die Weidetiere (besonders Schafe) begünstigt die Ausbreitung von dominanten Grasarten und es kann zur Einwanderung von ruderalen und adventiven Arten kommen (PARTZSCH & MAHN 2001). Insbesondere Gräser, wie z. B. *Brachypodium pinnatum* und *Bromus erectus* (BOBBINK & WILLEMS 1987, BORNKAMM 2006), sind gegenüber anderen dikotylen Arten stärkere Konkurrenten (DEL-VAL & CRAWLEY 2005) und maßgeblich für den Umbau von ehemals artenreichen Xerothermrassen in artenärmere Pflanzengesellschaften verantwortlich (DONOHUE et al. 2000).

Auch die von *Stipa* dominierten Xerothermrassen in Mitteldeutschland werden zunehmend durch die Prozesse des „Global Change“ und Landnutzungsänderungen geprägt. Diese Rasen sind in ihrer floristischen Zusammensetzung sehr ähnlich, unterscheiden sich jedoch in ihrer Physiognomie (MEUSEL 1938, MAHN 1965, ANDRES 1994, HENSEN 1995, BECKER 1996, PUSCH & BARTHEL 2003). Unter dem Aspekt klimatischer und anthropogener Veränderungen soll ein erneuter Überblick über die *Stipa*-Rasen in Mitteldeutschland gegeben werden.

Für eine sichere Dokumentation der Veränderung der Artenzusammensetzung in den Pflanzenbeständen eignen sich Vegetationsaufnahmen (BAKKER et al. 1996). Diese gelten seit ca. 100 Jahren als Handwerkzeug der Vegetationskundler (BRAUN-BLANQUET 1921). Problematisch für einen Vergleich von historischen und aktuellen Vegetationsaufnahmen ist jedoch, dass es für die historischen Aufnahmen keinen gesicherten Flächenbezug sowie eine definierte Flächengröße gibt. Als zwingende Voraussetzungen für eine belastbare Analyse der Vegetationsdynamik ist die dauerhafte Markierung von Untersuchungsflächen notwendig, die auch über lange Zeiträume beständig ist (JANDT et al. 2011). Ein Vergleich der mittlerweile in sehr umfangreichen Datenbanken gesammelten Vegetationsaufnahmen bringt jedoch die Gefahr einer Fehlbewertung und es sollte unbedingt eine flächengenaue Wiederholungskartierung nach einer bestimmten Zeit durchgeführt werden (CHYTRÝ et al. 2014). Aus diesem Grunde wurden aktuelle Vegetationsaufnahmen von vier verschiedenen *Stipa*-Gesellschaften in drei Regionen des Mitteldeutschen Trockengebietes erstellt und floristisch miteinander verglichen. Die Flächen wurden markiert und mit genauen Koordinatenangaben versehen. Ziel dieser Untersuchungen war es, zum einen aktuelle Vegetationsaufnahmen der Bestände der vier im Gebiet vorkommenden gefährdeten *Stipa*-Arten als Grundlage für ein zukünftiges flächenbezogenes Monitoring zu erheben und zum anderen durch den flächenbezogenen Vergleich mit historisch alten Vegetationsaufnahmen die Änderungstendenzen in den *Stipa*-Beständen zu erfassen und zu bewerten. Im Teil II dieser Arbeiten schließt sich ein Vergleich der funktionellen Merkmale, der durch die vier *Stipa*-Arten gekennzeichneten Gesellschaften, an.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Charakterisierung der *Stipa*-Arten

Die vier im Mitteldeutschen Trockengebiet vorkommenden *Stipa*-Arten aus der Familie der Poaceae sind *Stipa capillata* L., das Haar-Pfriemengras, *Stipa pennata* L. (Syn. *S. joannis*), das Echte Federgras, *Stipa pulcherrima* K. KOCH, das Große Federgras, und *Stipa tirsia* STEVEN (Syn. *S. stenophylla*), das Rosschweif-Federgras, die sich durch sehr ähnliche Pflanzenmerkmale auszeichnen. Alle Arten sind sommergrüne, ausdauernde Hemikryptophyten und wachsen als Horstpflanzen. Interessant sind die von ihnen gebildeten Bohrfrüchte, bei denen eine bis zu 50 cm lange Granne an den Karyopsen ausgebildet ist, die zu einer effektiven Ausbreitung durch den Wind beiträgt (JÄGER 2017). Bei Feuchtigkeit dreht sich die Granne auf und bohrt sich in den Boden ein, wobei die Behaarung als Widerlager dient (DÜLL & KUTZELNIGG 2016). Im Gegensatz zu den unbehaarten Grannen von *S. capillata* sind die Grannen der übrigen drei *Stipa*-Arten fedrig behaart, wodurch diese auch deutlich schwerer zu unterscheiden sind. Dies führte dazu, dass die Botaniker des 19. Jahrhunderts nur die Federgras-Art *S. pennata* für das Gebiet benannten. Die spätere Aufgliederung in drei Sippen mit entsprechenden Fundortangaben wurde ausführlich von PUSCH & BARTHEL (2003) beschrieben.

Auch hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche sind die vier *Stipa*-Arten sehr ähnlich (Tab. 1). Nur *S. pulcherrima* scheint im Vergleich zu den anderen Arten die extremsten Standorte hinsichtlich Licht, Temperatur, Feuchte und Nährstoffverfügbarkeit einzunehmen. Die Arealdiagnose von JÄGER (2017) gibt an, dass alle Arten in der temperaten bis submeridionalen bzw. meridionalen Zone vorkommen, wobei *S. capillata* hinsichtlich der Ozeanität das größte Areal einnimmt und bis weit in den kontinentalen Bereich reicht. *Stipa tirsia* weist hinsichtlich seiner Verbreitung das kleinste Areal auf. Die Art wurde in den Harslebener Bergen erstmalig von MEUSEL (1938) nachgewiesen und erreicht ihre Westgrenze im Nordharzvorland (Abb. 2). Für das Vorkommen der vier *Stipa*-Arten im Kyffhäuser siehe PUSCH & BARTHEL (2003).

Tab. 1 Zeigerwerte (nach ELLENBERG et al. 2001) und Arealdiagnose (nach JÄGER 2017) der vier *Stipa*-Arten.

Table 1 Indicator values (according to ELLENBERG et al. 2001) and area diagnosis (according to JÄGER 2017) of the four *Stipa* species.

	Zeigerwerte					Arealdiagnose	
	Licht	Temperatur	Feuchte	Reaktion	Nährstoff	Zonalität	Ozeanität
<i>S. capillata</i>	8	7	2	8	2	m-temp	c3-8
<i>S. pennata</i>	8	7	2	7	2	m-temp	c3-7
<i>S. pulcherrima</i>	9	8	1	8	1	m-stemp	c3-7
<i>S. tirsia</i>	8	7	3	6?	2	sm-temp	c4-6

### Pflanzengesellschaften

Die vier *Stipa*-Arten treten in zwei Pflanzengesellschaften auf, wobei *S. capillata* und *S. tirsia* (Syn. *S. stenophylla*) namensgebend für die Gesellschaften sind. Beide Gesellschaften werden in die Klasse der Festuco-Brometea, in die Ordnung der kontinentalen Trocken- und Halbtrockenrasen, den Festucetalia valesiacaee, eingeordnet.

Die Assoziation Festuco valesiacaee-Stipetum capillatae (LIBB. 1931) MAHN 1959 emend., der Trockenrasen des Walliser Schwingels und Haar-Pfriemengrases, gehört zum Verband Festucion valesiacaee und ist ein artenreicher kontinentaler Trockenrasen an trockenwarmen Extremstandorten (SCHUBERT et al. 1995). Dabei sind die mittel- bis tiefgründigen Böden Protorendzinen oder Rendzinen, vor allem auf basenreichen

Lockergesteinen (z. B. Löss, Geschiebemergel) oder seltener auf Silikatgestein (MAHN 1965). Neben der namensgebenden *Stipa*-Art können auch *S. pulcherrima* und *S. pennata* in der Gesellschaft auftreten.

Die Assoziation Stipetum stenophyllae (PODPĚRA 1930) MEUSEL 1938, der Halbtrockenrasen des Rossschweif-Federgrases, gehört zum Verband Cirsio-Brachypodion, den kontinentalen Halbtrockenrasen (SCHUBERT et al. 1995). Die Standorte sind geprägt durch mehr oder weniger tiefgründige Feinerdedecken (degradierter Tschernosem) über anstehendem Gestein, z. B. Kreidesandstein oder Gips (MAHN 1965).

Außerdem können die *Stipa*-Arten auch in den extremen Gesellschaften des Xerobromion, in der Ordnung der Brometalia erecti, den submediterranen Trocken- und Halbtrockenrasen vorkommen (BECKER 1996).

## 2.2 Untersuchungsgebiete

In den drei Regionen (1) Nordharzvorland und Harz, (2) Kyffhäuser und (3) Saale-Unstrut-Triasland, die fast ausschließlich zum Mitteldeutschen Trockengebiet gehören, wurden 12 Gebiete untersucht, in denen *Stipa*-Arten, zum Teil einzeln oder mehrere Arten zusammen, vorkommen (Abb. 1, Tab. 2). Die Gebiete werden durch das kontinentale Klima des Mitteldeutschen Trockengebietes und durch die Regenschattelage des Harzes begünstigt. Es ist gekennzeichnet durch einen sehr geringen Jahresniederschlag von etwa 450 - 550 mm und einer Jahresmitteltemperatur von 8,5 °C - 9,2 °C (DÖRING 1996). Die Böden der Xerothermrasen sind meist mittel- bis tiefgründige Protorendzinen oder Rendzinen und befinden sich teilweise über degradiertem Tschernosem, z. B. über Kreidesandstein oder Gips (MAHN 1965).

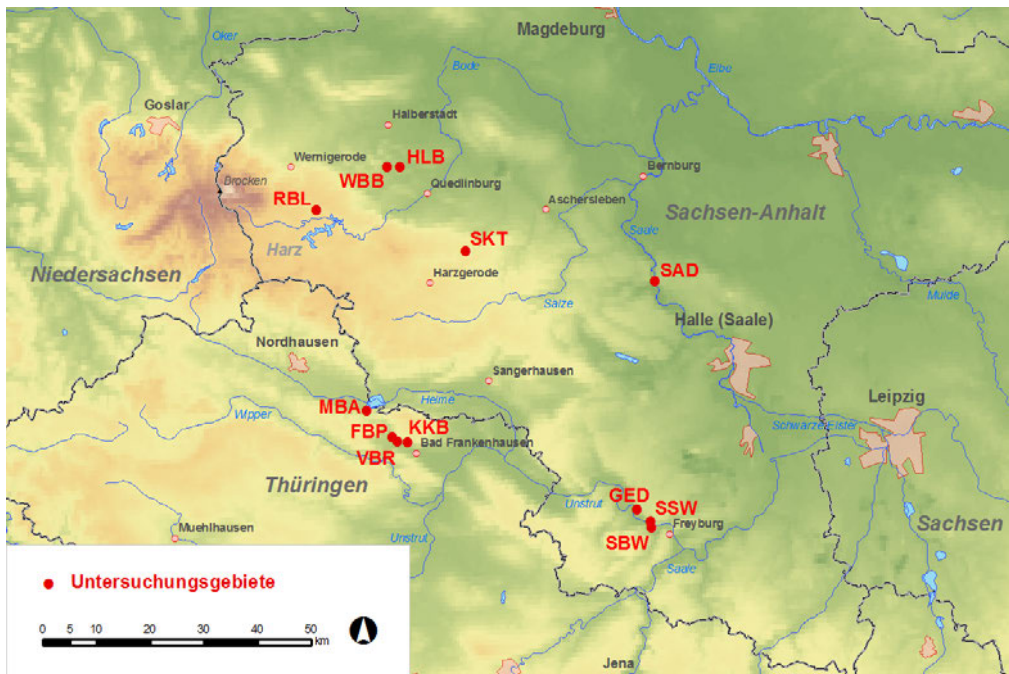


Abb. 1 Lage der untersuchten *Stipa*-Rasen im Mitteldeutschen Trockengebiet (Erstellung der Karte in ArcGIS 9). Abkürzungen siehe Tab. 2.

Fig. 1 Location of the examined *Stipa* lawns in the Central German dry area (map in ArcGIS 9). Abbreviations see Tab. 2.

### Nordharzvorland und Harz

Das NSG „Harslebener Berge und Steinholz“, südlich von Halberstadt gelegen, zählt zu dem größten zusammenhängenden Federgrasvorkommen in Sachsen-Anhalt (BÖHNERT 1974, 1978, LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014, Abb. 2, 3). In diesem Gebiet kommen Bestände aller vier *Stipa*-Arten vor, insbesondere *S. tirsia* in kleinflächigen tiefgründigen Plateaulagen (Abb. 2). Da Ende des 17. Jh. das Gebiet vollständig durch Rodung und Brand entwaldet wurde, entstanden anthropozogene Ersatzgesellschaften (BÖHNERT 1974). Aufgrund zunehmender Verbuschung bedürfen diese Pflanzengesellschaften besonderer Pflege- sowie Erhaltungsmaßnahmen, wie z. B. Entbuschung und Schafbeweidung (WEGENER 1988). Außerdem wurde ein *S. capillata*- und *S. pennata*-Bestand am Weinberg nördlich von Börnecke, einer südlich vorgelagerten Schichtrippe der Harslebener Berge, untersucht.

Ein Federgrasvorkommen im Harz liegt im NSG „Selketal“. Hier befindet sich in steiler Hanglage am sog. „Bunten Fleck“ ein Dominanzbestand von *S. pennata* (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014, Abb. 4). Dieser wurde bereits von SCHUSTER (1938, unveröffentlicht) nachgewiesen. Aufgrund der hohen Muffelwildbestände weist dieser Wuchsort eine relativ lückige Vegetationsdecke



Abb. 2 Dominanzbestand von *Stipa tirsia* (Stipetum stenophyllae) in flach nordexponierter Hanglage auf der Kuppe der Harslebener Berge. Außerdem sind große Bestände von *Hypericum perforatum* zu erkennen (Foto: T. Meier, 03.07.2015).

Fig. 2 Dominance stand of *Stipa tirsia* (Stipetum stenophyllae) in a flat north-exposed slope on the summit of the Harslebener Berge. In addition, large numbers of *Hypericum perforatum* can be seen (Photo: T. Meier, 03.07.2015).



Abb. 3 In den Harslebener Bergen sind über Kreidesandstein großflächige Bestände von *Stipa pennata* und *Stipa pulcherrima* ausgebildet (Foto: T. Meier, 05.06.2015).

Fig. 3 In the Harslebener Berge extensive stands of *Stipa pennata* and *Stipa pulcherrima* are formed over chalk sandstone (Photo: T. Meier, 05.06.2015).

auf, sodass der Xerothermrassencharakter erhalten bleibt (HERRMANN & KISON 2005). Zudem wurde ein Wuchsort am Schornsteinberg bei Rübeland untersucht. Mit einer Höhe von etwa 440 m ü. NN ist es das höchste Vorkommen von Federgräsern im Harz. Es handelt sich um ein Einzelindividuum von *S. pennata* und stellt somit keinen Xerothermrasen dar, sodass lediglich die Begleitvegetation erfasst wurde. Dennoch ist es bemerkenswert, dass dieses Individuum schon vor 80 Jahren nachgewiesen wurde (WOITKOWITZ 1938, unveröffentlicht).



Abb. 4 Bestand von *Stipa pennata* am „Bunten Fleck“ im Selketal. Der Standort über Grauwacke weist eine relativ lückige Vegetationsdecke auf (Foto: T. Meier, 14.06.2015).

Fig. 4 Stand of *Stipa pennata* at the “Bunte Fleck” in Selketal. The location above greywacke has a relatively sparse vegetation cover (Photo: T. Meier, 14.06.2015).

Tab. 2 Die Untersuchungsgebiete und untersuchte *Stipa*-Rasen (vgl. Abb. 1).

Table 2 The study sites and investigated *Stipa* lawns (see Fig. 1).

Region	Abkürzung	Untersuchungsgebiete	auftretende <i>Stipa</i> -Art
Nordharzvorland	HLB	Harslebener Berge	<i>S. capillata</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. pulcherrima</i> , <i>S. tirsia</i>
Nordharzvorland	WBB	Weinberg Börnecke	<i>S. capillata</i> , <i>S. pennata</i>
Harz	SKT	Selketal/ Bunter Fleck	<i>S. pennata</i>
Harz	RBL	Schornsteinberg Rübeland	<i>S. pennata</i>
Kyffhäuser	MBA	Mittelberg Auleben	<i>S. capillata</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. pulcherrima</i> , <i>S. tirsia</i>
Kyffhäuser	FBP	Falkenburg-Plateau	<i>S. capillata</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. pulcherrima</i> , <i>S. tirsia</i>
Kyffhäuser	VBR	Vatersberg Rottleben	<i>S. tirsia</i>
Kyffhäuser	KKB	Kosakenberg/ Opferspalte	<i>S. capillata</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. pulcherrima</i> , <i>S. tirsia</i>
Saale-Unstrut-Triasland	SBW	Schafberg Weischütz	<i>S. capillata</i> , <i>S. pulcherrima</i>
Saale-Unstrut-Triasland	SSW	Schießstand Weischütz	<i>S. capillata</i> , <i>S. pulcherrima</i>
Saale-Unstrut-Triasland	GED	Glockenseck Dorndorf	<i>S. pulcherrima</i>
Saaletal	SAD	Saale-Abhänge Dobis	<i>S. pennata</i>



Abb. 5 Bestand von *Stipa pulcherrima* über Anhydrit auf dem Falkenburg-Plateau oberhalb der Barbarossahöhle, zusammen mit *Anthericum liliago* (Foto: T. Meier, 04.06.2015).

Fig. 5 Stand of *Stipa pulcherrima* over anhydrite on the Falkenburg-Plateau above the Barbarossa cave, together with *Anthericum liliago* (Photo: T. Meier, 04.06.2015).

### Kyffhäuser

Die *Stipa*-Bestände des Kyffhäusers wurden intensiv von PUSCH & BARTHEL (2003) untersucht und dokumentiert. Sie dienen vor allem als historische Grundlage für die Bewertung der Bestandsentwicklung der *Stipa*-Rasen. Es kommen alle vier *Stipa*-Arten in der Region vor, wie z. B. am Mittelberg, Falkenburg-Plateau (Abb. 5) und Kosakenberg. Außerdem wurden die Bestände an der Ochsenburg von JANDT (1999) untersucht. Diese waren aber nicht Gegenstand vorliegender Untersuchungen.

### Saale-Unstrut-Triasland

Auf dem Schafberg und dem Schießstand südöstlich von Weischütz kommen Bestände von *S. capillata* und *S. pulcherrima* vor (Abb. 6). Eine ausführliche Beschreibung dieser *Stipa*-Bestände findet sich bei BECKER (1996, 1999). Beide Gebiete werden mit Schafen beweidet und es erfolgen Pflegemaßnahmen zur Zurückdrängung der Gehölzsukzession (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014). Ein weiterer Standort ist das Glockenseck nördlich von Dorndorf, ein felsiger Prallhang, der direkt an der Unstrut liegt. Aus geologischer Sicht wird der Untergrund aus Gesteinen des Oberen Buntsandsteins (Röt) gebildet (KUGLER & SCHMIDT 1988). Hier kommt in steiler Hanglage ein Dominanzbestand von *S. pulcherrima* vor (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014, Abb. 7). Ferner wurde ein Bestand von *S. pennata* im Saaletal im NSG „Saaleabhänge bei Dobis“ untersucht.





Abb. 6 Dominanzbestand von *Stipa pulcherrima* oberhalb des Rötgips-Prallhanges am Glockenseck bei Dorndorf mit Blick auf die Unstrut. An der unteren rechten Bildseite ist *Oxytropis pilosa*, eine stark gefährdete Art, zu sehen (Foto: T. Meier, 09.06.2015).

Fig. 6 Dominance stand of *Stipa pulcherrima* above the red-plaster concave bank on the Glockenseck near Dorndorf with a view to the Unstrut. *Oxytropis pilosa*, a critically endangered species is visible on the lower right side of the picture (Photo: T. Meier, 09.06.2015).

### 2.3 Vegetationsaufnahmen

Die Freilanduntersuchungen fanden von Ende Mai 2015 bis Anfang August 2015 statt. Insgesamt wurden 32 Vegetationsaufnahmen (8 Aufnahmen pro *Stipa*-Rasen) durchgeführt (Tab. A1, A2, im Anhang). Bei der Wahl der Aufnahmeflächen (Plots) wurde auf Homogenität geachtet. Bis auf wenige Ausnahmen betrug die Flächengröße der Aufnahmen 9 m<sup>2</sup>. Jede Aufnahmefläche wurde markiert und mittels GPS-Gerät die GPS-Koordinaten und Höhe dokumentiert (Tab. A3, im Anhang). Es wurden Exposition und Inklination, Deckung der Kraut- und Kryptogamenschicht (in %) und Deckungsgrade der einzelnen Arten mit der erweiterten, 9-teiligen BRAUN-BLANQUET-Skala (REICHELT & WILMANN 1973) bestimmt. Die Nomenklatur der Arten richtete sich nach JÄGER (2017) und die Nomenklatur der Gesellschaften nach SCHUBERT et al. (1995). Die Bewertung des ökologisch-soziologischen Verhaltens der Arten wurde nach ELLENBERG et al. (2001) vorgenommen.

Um Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung der *Stipa*-Rasen innerhalb der letzten 20 Jahre zu untersuchen, wurden historische Vegetationsaufnahmen von BECKER (1996) und PUSCH & BARTHEL (2003) mit den aktuellen Vegetationsaufnahmen verglichen (ohne Berücksichtigung der Kryptogamen). Dafür wurde die Ähnlichkeit der Vegetationsaufnahmen nach dem SOERENSEN-Index (SOERENSEN 1948) berechnet, bei dem die gemeinsamen Arten stärker gewichtet werden:



Abb. 7 Bestand von *Stipa capillata* am Schafberg bei Weischütz. Der geologische Untergrund wird hier aus Unterem Muschelkalk gebildet (Foto: T. Meier, 08.07.2015).

Fig. 7 Stand of *Stipa capillata* on the Schafberg near Weischütz. The geological subsurface consists of lower shell limestone (Photo: T. Meier, 08.07.2015).

$$G_s = (2c / A + B) \times 100$$

A = Zahl der Arten, die in Aufnahme A vorkommen

B = Zahl der Arten, die in Aufnahme B vorkommen

c = Anzahl gemeinsamer Arten beider Aufnahmen

Der SOERENSEN-Index variiert zwischen 0 und 100 und ist dimensionslos. Werte von über 75 zeigen eine hohe floristische Ähnlichkeit zwischen den beiden Aufnahmen an und weisen auf eine identische Gesellschaft hin. Für diese Berechnung wurden nur historische Vegetationsaufnahmen berücksichtigt, bei denen die Wuchsorte der *Stipa*-Bestände wiederauffindbar waren. Dabei wurden insgesamt 11 historische Aufnahmen einbezogen (6 Aufnahmen von BECKER (1996), 5 Aufnahmen von PUSCH & BARTHEL (2003); ohne Berücksichtigung der *Stipa pennata*-Rasen). Zusätzlich wurden die Zeigerwertspektren der Nährstoffzahlen und Reaktionszahlen der jeweiligen *Stipa*-Rasen zwischen den historischen und aktuellen Vegetationsaufnahmen verglichen.

Da die früheren Wuchsorte z. T. nicht markiert waren, konnten sie nicht exakt wieder aufgesucht werden. Eine Abweichung von ca. 5 m ist zu berücksichtigen. Außerdem liegen Unterschiede in den Größen der Aufnahmeflächen und den jeweiligen Aufnahmezeitpunkten vor. Zudem wurden bei den historischen Aufnahmen die Deckungsgrade der einzelnen Arten nach der originalen, 7-teiligen BRAUN-BLANQUET-Skala (BRAUN-BLANQUET 1928) angegeben.

## 2.4 Datenanalyse

Die Daten der Inklination und des Deckungsgrades (Prozentwerte wurden vorher arcsin-wurzel-transformiert) wurden durch einen Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung und die Homogenität der Varianzen mittels Bartlett-Test geprüft. Somit konnte mit Hilfe einer einfaktoriellen ANOVA und dem Tukey-Post-Hoc-Test geprüft werden, ob bezüglich dieser Parameter signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen *Stipa*-Rasen vorlagen. Außerdem wurden für jeden *Stipa*-Rasen die ungewichteten mittleren Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 2001) berechnet. Alle statistischen Analysen wurden mit  $p < 0,05$  als signifikant gewertet. Die statistische Auswertung erfolgte unter Verwendung des Programmes WinSTAT 2007.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Floristisch-ökologischer Vergleich der aktuellen Vegetationsaufnahmen

Anhand der aktuellen Vegetationsaufnahmen war ersichtlich, dass sich die *Stipa*-Rasen in ihrer floristischen Zusammensetzung sehr ähnlich sind (Tab. A1, A2 (aktuelle Aufnahmen), im Anhang). Demnach unterschieden sich diese Rasen vorwiegend nur durch die jeweils dominierende *Stipa*-Art, wobei das Spektrum der begleitenden Arten relativ ähnlich ist. Allerdings wurde ein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Deckungsgrades ( $F = 3,787$ ;  $p = 0,022$ ) der Bestände deutlich, wobei *S. capillata* in relativ lückigen und *S. tirsata* in sehr dichten Beständen vorkommen (Abb. 8).

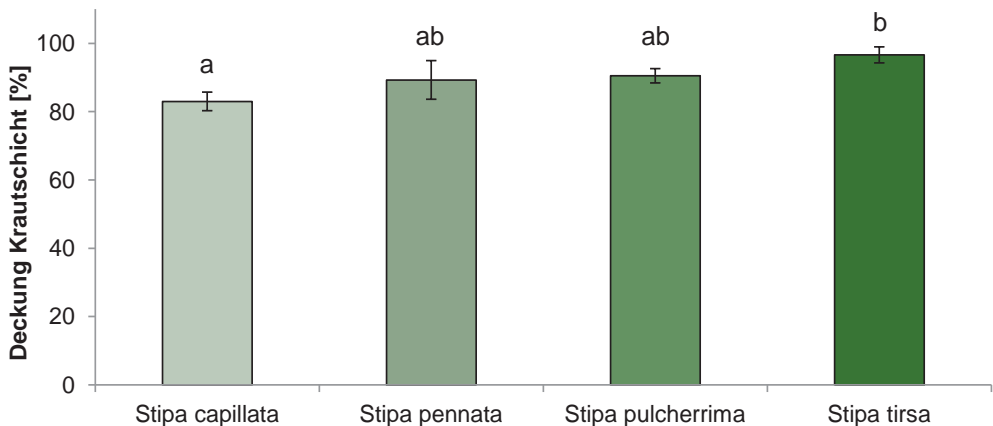


Abb. 8 Vergleich der Deckung zwischen den jeweiligen *Stipa*-Rasen (Mittelwerte mit Standardfehler; statistisch homogene Gruppen besitzen gleiche Buchstaben).

Fig. 8 Comparison of the cover between the respective *Stipa* lawns (mean values with standard error; statistically homogeneous groups have the same letters).

Die ökologische Trendanalyse ergab, dass die Arten der *Stipa*-Rasen vorwiegend Halblicht- bis Volllichtpflanzen ( $F = 1,262$ ;  $p = 0,306$ ) sowie Mäßigwärme- bis Wärmezeiger ( $F = 0,843$ ;  $p = 0,482$ ) enthält, die subozeanisch bis subkontinental ( $F = 0,265$ ;  $p = 0,850$ ) verbreitet sind. Hinsichtlich der Bodenansprüche sind es vorwiegend Trockenzeiger ( $F = 2,630$ ;  $p = 0,070$ ), die auf schwach sauren bis schwach alkalischen (z. T. kalkholden) Böden ( $F = 0,862$ ;  $p = 0,472$ ) vorkommen und stickstoffärmste bis stickstoffarme Standorte ( $F = 2,707$ ;  $p = 0,064$ ) anzeigen. Allerdings variieren die ökologischen Ansprüche der *Stipa*-Rasen nicht signifikant (Abb. 9).

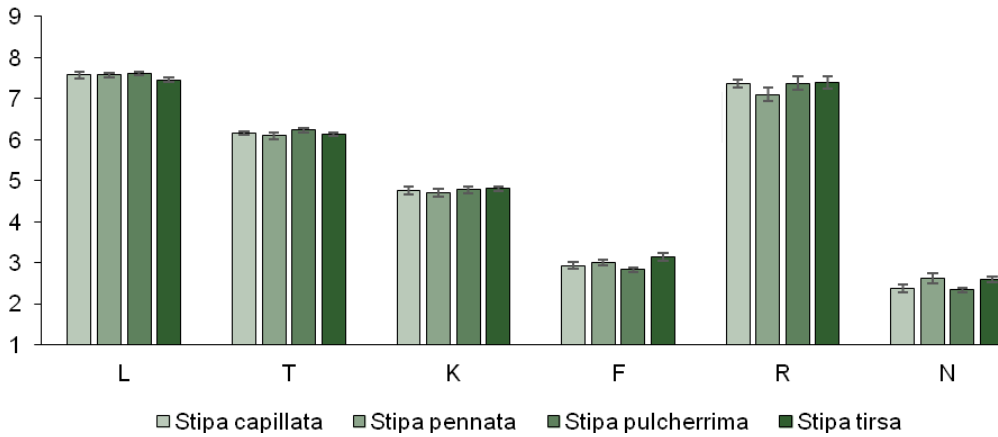


Abb. 9 Vergleich der Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 2001) zwischen den jeweiligen *Stipa*-Rasen (Mittelwerte und Standardabweichung von L – Lichtzahl, T – Temperaturzahl, K – Kontinentalitätszahl, F – Feuchtezahl, R – Reaktionszahl, N – Nährstoffzahl).

Fig. 9 Comparison of indicator values (ELLENBERG et al. 2001) between the respective *Stipa* lawns (mean values and standard deviation of L – light indicator value, T - temperature indicator value, K - continentality indicator value, F - moisture indicator value, R - reaction indicator value, N - nutrient indicator value).

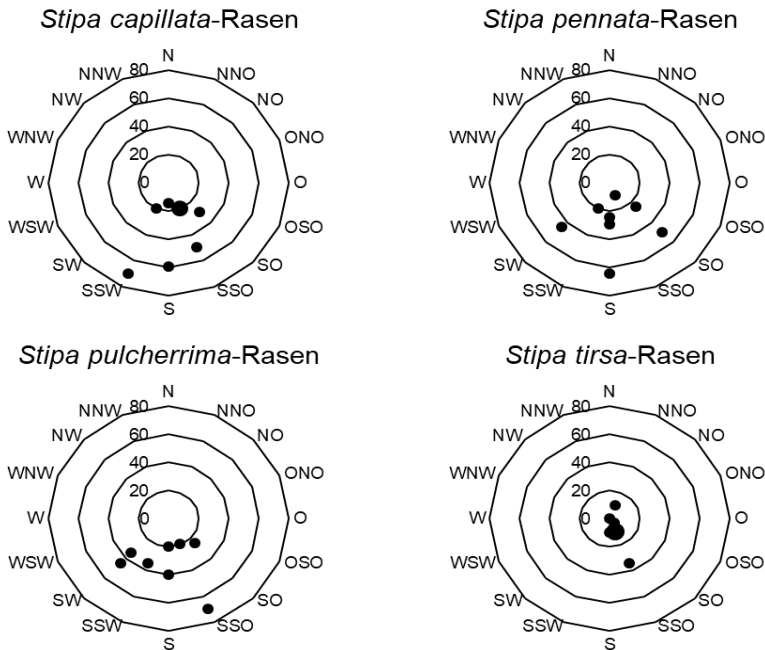


Abb. 10 Expositions-/Inklinationsdiagramme für die jeweiligen *Stipa*-Rasen. Die Symbole entsprechen der Lage der jeweiligen Aufnahmeffläche. Größere Symbole entsprechen mehreren Aufnahmefflächen.

Fig. 10 Exposure/ inclination diagrams for the respective *Stipa* lawn. The symbols correspond to the position of the respective recording area. Larger symbols correspond to several recording areas.

Dennoch waren Unterschiede zwischen den jeweiligen *Stipa*-Rasen hinsichtlich Exposition und Inklination zu verzeichnen (Abb. 10, Abb. 11). Insbesondere die Wuchsorte der *Stipa tirsae*-Rasen besaßen eine signifikant geringere Hangneigung (z. T. in vorwiegender Plateaulage) im Vergleich zu den anderen *Stipa*-Rasen und kamen in süd- und südostexponierter Hanglage vor ( $F = 7,481$ ;  $p < 0,001$ ). Die anderen *Stipa*-Rasen wiesen eine starke Hangneigung in süd- und südost- sowie südwestexponierter Hanglage auf.

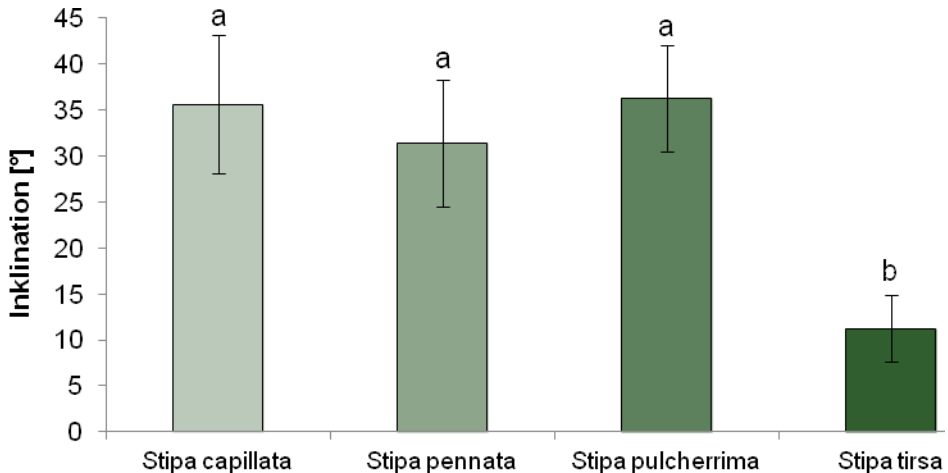


Abb. 11 Vergleich der Inklination zwischen den jeweiligen *Stipa*-Rasen (Mittelwerte mit Standardfehler; statistisch homogene Gruppen besitzen gleiche Buchstaben).

Fig. 11 Comparison of the inclination between the respective *Stipa* lawns (mean values with standard error, statistically homogeneous groups have the same letters).

### 3.2 Vergleich der aktuellen und historischen Vegetationsaufnahmen

Die Berechnung des SOERENSEN-Index (SOERENSEN 1948) zeigte keine signifikanten Unterschiede ( $F = 0,767$ ,  $p = 0,478$ ) zwischen den historischen und aktuellen Aufnahmen der von *S. capillata*, *S. pulcherrima* und *S. tirsae* gekennzeichneten Rasen (Abb. 12). Dieser Index lag für die jeweiligen *Stipa*-Rasen bei einem durchschnittlichen Wert von ca. 50. Demnach hatten die aktuellen Vegetationsaufnahmen eine mittlere floristische Ähnlichkeit verglichen mit den historischen Aufnahmen.

Die SOERENSEN-Indices der vier *Stipa tirsae*-Dominanzbestände am Kyffhäuser zeigten jedoch eine größere Variationsbreite (Abb. 13). Die Bestände am Mittelberg hatten einen geringen SOERENSEN-Index von nur 36,70; am Kosakenberg war der Wert mit 72,73 am höchsten. Folglich hatte die aktuelle Vegetationsaufnahme am Kosakenberg eine hohe floristische Ähnlichkeit zu der historischen Vegetationsaufnahme.

Der Vergleich der Gemeinschaftskoeffizienten zeigte Unterschiede zwischen den aktuellen und historischen Aufnahmen, was eine Veränderung in der Artenzusammensetzung innerhalb der letzten ca. 20 Jahre vermuten lässt. Daraufhin wurden die Zeigerwertspektren der Nährstoffzahlen und Reaktionszahlen der jeweiligen *Stipa*-Rasen zwischen den historischen und aktuellen Vegetationsaufnahmen verglichen (Abb. 14, Abb. 15). Diese Spektren spiegelten generell die Standortansprüche der Arten der jeweiligen *Stipa*-Rasen wider. Dabei waren kaum Veränderungen zwischen den Arten zu verzeichnen. Vereinzelt nährstoffarme Arten (N1 - N4) nahmen zu, wobei auch Arten mit geringer Deckung (zwischen r und 1) neu auftraten und sogar eine Art nährstoffärmster Standorte (N1) verschwunden ist (Abb. 14, Tab. 6). In-

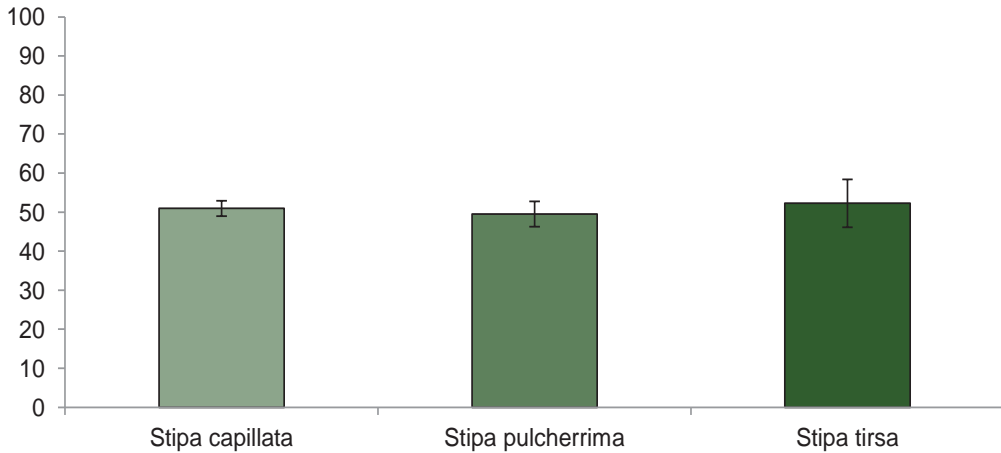


Abb. 12 Vergleich des SOERENSEN-Index (SOERENSEN 1948) zwischen aktuellen und historischen Vegetationsaufnahmen der *Stipa capillata*-, *Stipa pulcherrima*- und *Stipa tirsra*-Rasen.

Fig. 12 Comparison of the SOERENSEN index (SOERENSEN 1948) between current and historical vegetation surveys of the *Stipa capillata*, *Stipa pulcherrima* and *Stipa tirsra* lawns.

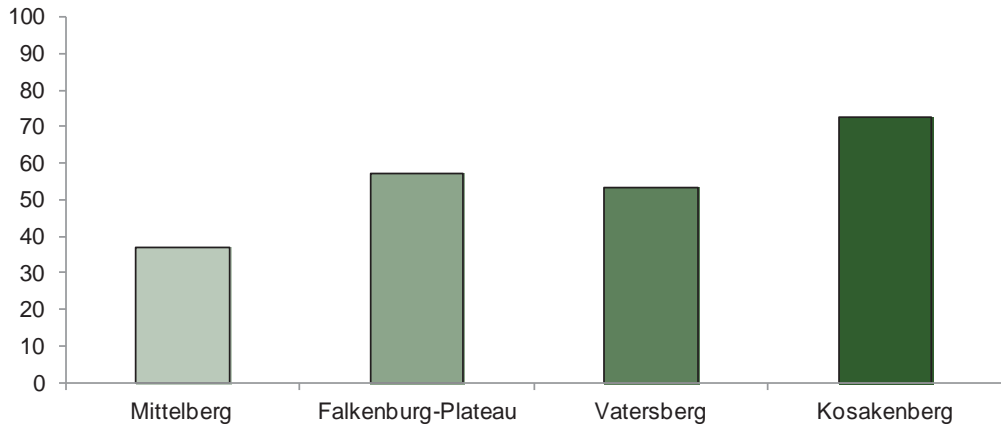


Abb. 13 Vergleich des SOERENSEN-Index (SOERENSEN 1948) zwischen den Standorten der *Stipa tirsra*-Rasen am Kyffhäuser.

Fig. 13 Comparison of the SOERENSEN index (SOERENSEN 1948) between the locations of the *Stipa tirsra* lawns at Kyffhäuser.

nerhalb der *Stipa*-Rasen wurden wenige nährstoffliebende Arten ( $N > 5$ ) verzeichnet (Abb. 14). Bezüglich der Reaktionszahlen konnte nachgewiesen werden, dass innerhalb der letzten 20 Jahre wenige basen- und kalkholde Arten (R8, R9) der *Stipa*-Rasen verschwunden sind (Tab. 6). Allgemein wurden nur wenige Arten erfasst, die eine Reaktionszahl kleiner als 5 hatten (Abb. 15).

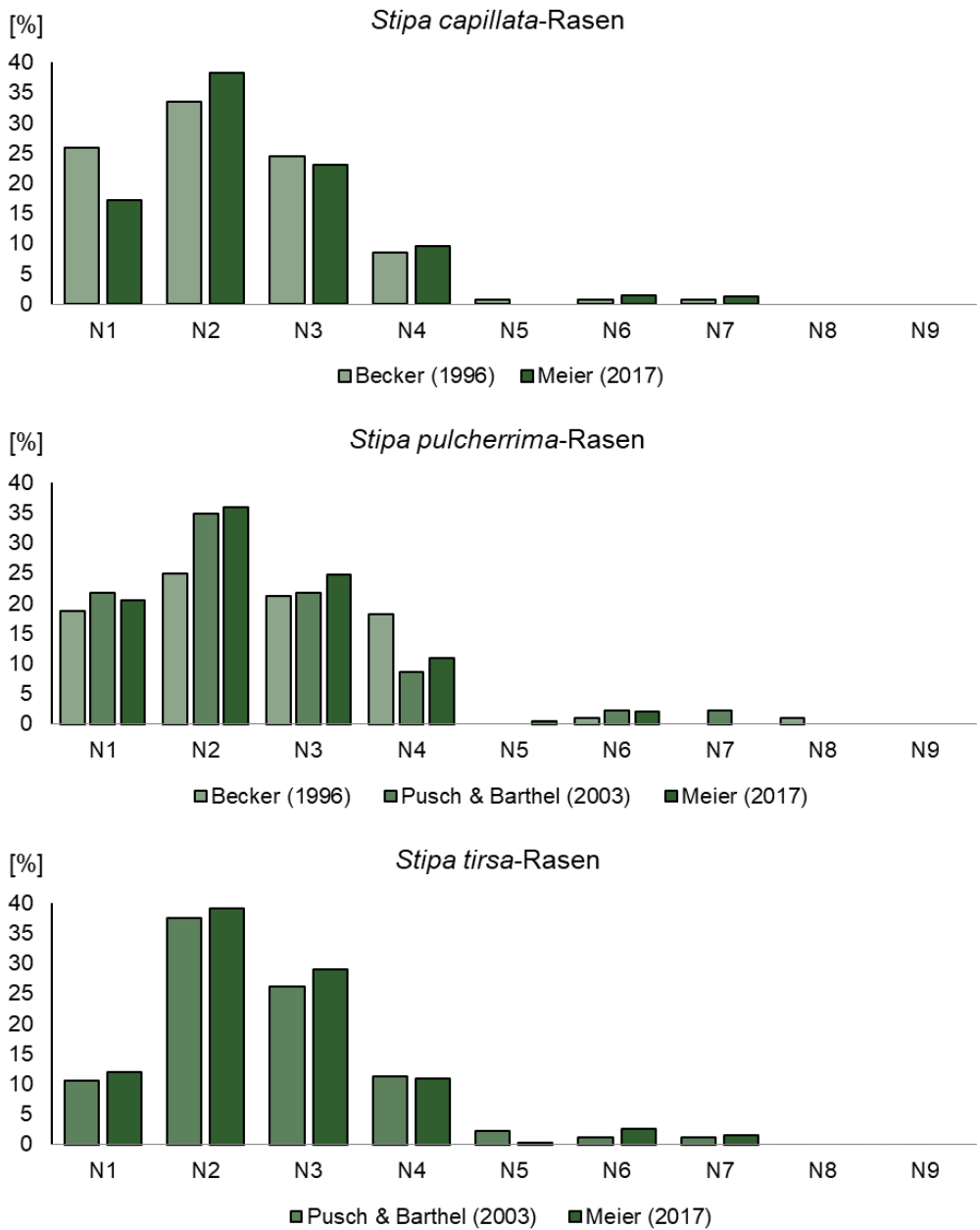


Abb. 14 Vergleich der Nährstoffzeigerwertspektren der jeweiligen *Stipa*-Rasen zwischen historischen (BECKER 1996, PUSCH & BARTHEL 2003) und aktuellen (MEIER 2017) Vegetationsaufnahmen.

Fig. 14 Comparison of the nutrient indicator value spectra of the respective *Stipa* lawns between historical (BECKER 1996, PUSCH & BARTHEL 2003) and current (MEIER 2017) vegetation surveys.

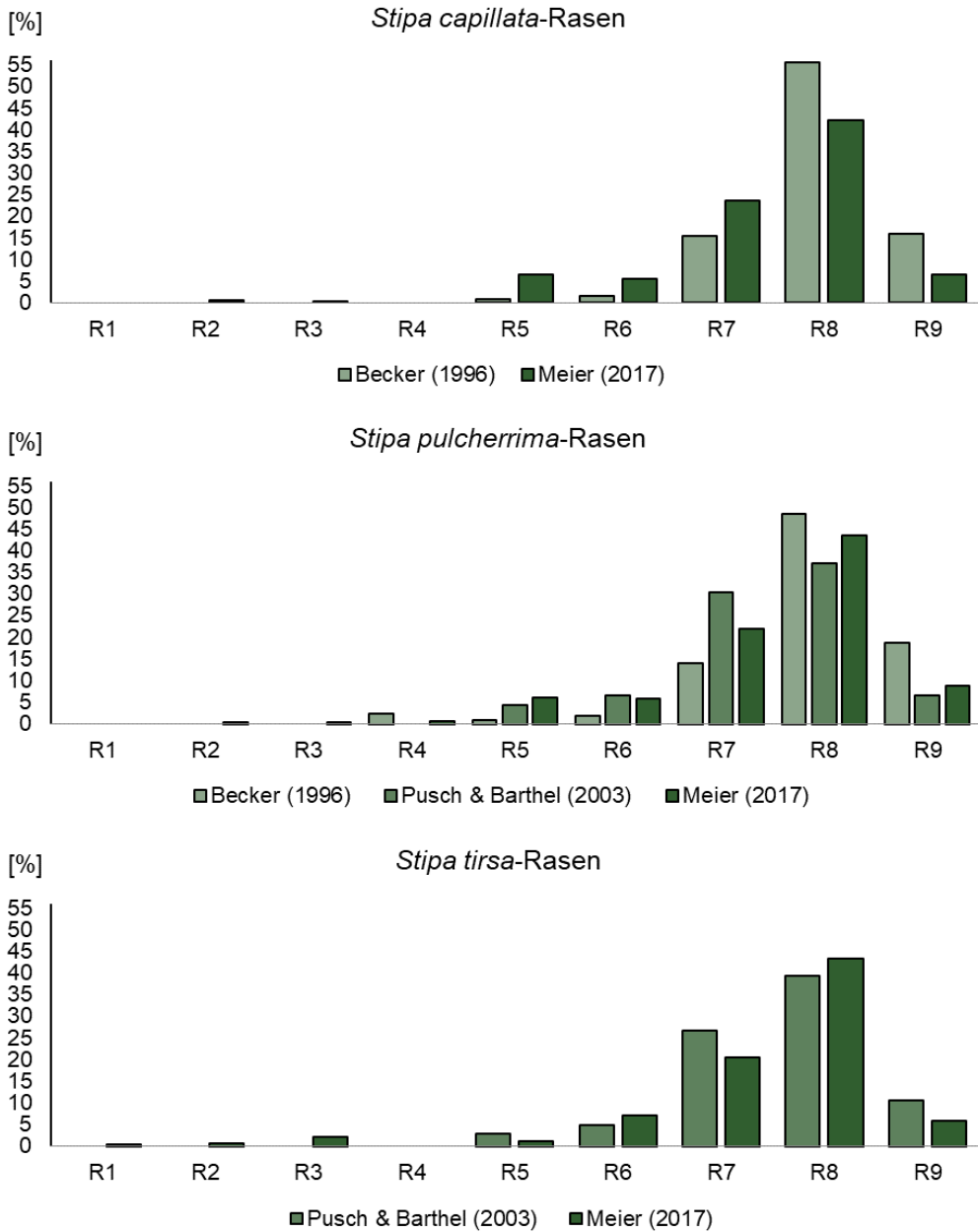


Abb. 15 Vergleich der Reaktionszeigerwertspektren der jeweiligen *Stipa*-Rasen zwischen historischen (BECKER 1996, PUSCH & BARTHEL 2003) und aktuellen (MEIER 2017) Vegetationsaufnahmen.

Fig. 15 Comparison of the reaction indicator value spectra of the respective *Stipa* lawns between historical (BECKER 1996, PUSCH & BARTHEL 2003) and current (MEIER 2017) vegetation surveys.



## 4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit soll als Grundlage für ein zukünftiges flächenbezogenes Monitoring der *Stipa*-Rasen Mitteldeutschlands dienen. Um ein einheitliches Monitoring zu gewährleisten, wurden die Flächen hinsichtlich ihrer genauen Koordinaten mit GIS vermessen und dokumentiert (vgl. MEIER 2017). Die Deckungsgrade der einzelnen Arten wurden mit der erweiterten BRAUN-BLANQUET-Skala (REICHELDT & WILMANN 1973) bestimmt. Diese 9-teilige Skala ist deutlich präziser als die bisher von BECKER (1996) und PUSCH & BARTHEL (2003) verwendete originale, 7-teilige BRAUN-BLANQUET-Skala (BRAUN-BLANQUET 1928) und Veränderungen in der Vegetation können somit schnell festgestellt werden. Der Schätzwert 2, mit einer Deckung von 5 % bis 25 %, wird unterteilt in 2m mit sehr vielen, meist kleinen Exemplaren, aber weniger als 5 % Deckung, in 2a mit Deckungswerten zwischen 5 und 15 % und 2b mit Deckungswerten zwischen > 15 und 25 %. Dies ist sinnvoll, da in diesem Bereich (zwischen 5 und 25 %), die meisten Arten in hochdiversen Pflanzengesellschaften, wie den Xerothermrassen, auftreten. Den meisten Vegetationskundlern ist die Skala besser vertraut als die LONDO-Skala (LONDO 1976), bei der die Deckungsgrade noch detaillierter, in einer 10%igen Abstufung, angegeben werden.

Anhand der aktuellen Vegetationsaufnahmen war ersichtlich, dass die Festuco-Brometea-Arten den höchsten Anteil einnahmen, gefolgt von den krautigen Saum- und Sedo-Scleranthetea-Arten. Dem beigemischt waren einige Molinio-Arrhenatheretea-, Nardo-Callunetea- und weitverbreitete Magerrasenarten (Tab. A1, A2, im Anhang). Vereinzelt traten Gehölzarten auf, die als Sukzessionszeiger, sowie einige Ruderalarten, die als Störungszeiger, gelten. Die typischen Xerothermrassenarten, wie z. B. *Carex humilis*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium verum*, *Salvia pratensis* und *Sanguisorba minor*, traten in fast allen Vegetationsaufnahmen auf.

Trotzdem konnten wir anhand unserer Vegetationsaufnahmen keine Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung der verschiedenen *Stipa*-Rasen feststellen, was bereits MAHN (1965), ANDRES (1994), HENSEN (1995) und BECKER (1996) beschrieben hatten. Die *Stipa*-Rasen besitzen keine weiteren Charakterarten, da viele Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen innerhalb dieser Bestände gemeinsam vorkommen. Diese Rasen unterschieden sich nur durch die jeweils dominierende *Stipa*-Art. Allerdings ergaben sich kleine standortbedingte Unterschiede zwischen den *Stipa*-Rasen. So zeigten die *Stipa capillata*-Rasen eine signifikant geringere Deckung, da besonders die Deckung der übrigen Gräser geringer ist als in den anderen *Stipa*-Rasen (BECKER 1999). Außerdem kommen die von *S. capillata*, *S. pennata* und *S. pulcherrima* gekennzeichneten Rasen auf stark geneigten süd- bis südwestexponierten Hängen vor, wodurch sie einer verstärkten Sonneneinstrahlung und Aufheizung der Habitate ausgesetzt sind (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Dies wird allerdings nur für *S. pulcherrima* durch die Zeigerwerte für Licht und Temperatur widergespiegelt (ELLENBERG et al. 2001). Demgegenüber weisen die Wuchsorte von *S. tirsata* eine geringe Hangneigung auf bzw. sie kommen vorwiegend in Plateaulage vor (BÖHNERT 1978). Sie sind gegenüber Bodenerosion besser geschützt und besitzen ein besseres Wasserhaltvermögen, so dass das Vorkommen von *S. tirsata* auf Halbtrockenrasen hinweist. Dies wird auch durch die um eine Stufe erhöhte Feuchtezahl (3) angezeigt (ELLENBERG et al. 2001). Aufgrund der erhöhten Wasserverfügbarkeit unterliegen diese Halbtrockenrasen stärkeren Sukzessionserscheinungen als Trockenrasen, was sich durch einen erhöhten Verbuschungsgrad bemerkbar machen kann.

Vergleicht man die aktuellen mit den historischen Vegetationsaufnahmen, so nahm die Abundanz von 14 typischen Xerothermrassenarten zu, vier Arten traten neu auf, und zwei Arten verschwanden (Tab. 6). Es gab sowohl Zunahmen als auch Abnahmen von Gräsern und Kräutern, die aber alle zum xerothermen Spektrum gehören. Schwankungen in der Individuendichte vieler Arten lassen sich auf vegetationsdynamische Prozesse wie Fluktuation oder Sukzession zurückführen (DIERSCHKE 1994). Bei Fluktuationen handelt es sich um Schwankungen in der Individuendichte einer Art, die durch saisonale Witterungsereignisse oder Ressourcenverfügbarkeiten beeinflusst werden, während Sukzession zu einer Abfolge von Pflanzengesellschaften durch Änderungen des floristischen Inventars in der Zeit stattfindet (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Es zeigte sich z. B. gegenüber den historischen Aufnahmen innerhalb der *Stipa tirsata*-Rasen des Kyffhäusers eine deutliche Zunahme von *Teucrium chamaedrys* und *Scabiosa canescens*. Bemerkenswerterweise

scheint die Zunahme von *Carex humilis* und *Festuca valesiaca* innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte, während *Anthericum ramosum*, *Cervaria rivini*, *Globularia bisnagarica* und *Thesium linophyllum* erstmalig in den *Stipa*-Rasen auftraten. Insbesondere *Thesium linophyllum* ist ein Hemiparasit, der u. a. *Carex humilis* und *Brachypodium pinnatum* als Wirtspflanzen hat. Diese zwei letztgenannten Arten sowie *Bromus erectus* und *Anthericum ramosum* können das Auftreten von *Thesium linophyllum* verstärken (DOSTÁLEK & MÜNZBERGOVÁ 2010).

Außerdem breiten sich Grasarten, wie z. B. *Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum*, zunehmend in den *Stipa*-Rasen aus. Ähnliches wird auch von Niederösterreich berichtet (BIERINGER & SAUBERER 2001), wo die Artenvielfalt der *Stipa*-Rasen negativ durch eine zunehmende Dominanz von *Bromus erectus* beeinflusst wurde. Für Mitteldeutschland scheint sich dieser Trend auch bemerkbar zu machen. So wurde *Bromus erectus* in den Aufnahmen von BECKER (1996) nicht erwähnt, während anhand der aktuellen Aufnahmen hohe Deckungsgrade (von bis zu 50%) erfasst wurden. Auch PUSCH & BARTHEL (2003) verzeichneten eine zunehmende Dominanz von *Bromus erectus* im Kyffhäuser, was sich anhand unserer Aufnahmen eindeutig belegen lässt. Dies ist insofern interessant, da dieser Prozess scheinbar sukzessiv verläuft und noch nicht abgeschlossen ist.

Hinzu kommt, dass auch neophytische Arten in den *Stipa*-Rasen erfasst wurden. Vor allem auf dem Falkenburg-Plateau des Kyffhäusers konnte im Vergleich zu den historischen Aufnahmen eine höhere Deckung von *Linum austriacum* verzeichnet werden. Die Art wurde vermutlich für Deutschland erstmalig in Thüringen im Jahr 1860 belegt (JÄGER 2017) und könnte vielleicht im Kyffhäuser in Ausbreitung sein.

Trotzdem verschwanden einige Arten in den letzten zwei Jahrzehnten, wie z. B. *Cerastium pumilum* und *Hornungia petraea*. Diese annualen Arten können stark fluktuieren, wobei es hier zu Fehlinterpretationen aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte kommen könnte. Außerdem wurde in den Vegetationsaufnahmen von MAHN (1965), BÖHNERT (1978), HENSEN (1995) und BECKER (1996) oft *Bothriochloa ischaemum* mit geringer Deckung erfasst, die jedoch heute nicht mehr nachgewiesen wurde. Dies bestätigte auch PARTZSCH (2000) für die Porphyrkuppenlandschaft bei Halle (Saale). Vor 100 Jahren soll diese Art noch sehr häufig vorgekommen sein (GROSSE 1987). Ebenfalls konnte *Medicago minima* nicht gefunden werden. Innerhalb der letzten 50 Jahre sind viele Vorkommen dieser Art im Mitteldeutschen Trockengebiet erloschen (BENKERT et al. 1998), was zu einem lokalen Artenrückgang führen kann (PARTZSCH 2000).

Die Gattung *Stipa* scheint jedoch ein starkes Verharrungsvermögen zu besitzen, wie das Vorkommen eines Einzelindividuum von *Stipa pennata* im Harz (am Schornsteinberg bei Rübeland) zeigt, dass bereits vor 80 Jahren von WOITKOWITZ (1938, unveröffentlicht) nachgewiesen wurde. Auch in der Porphyrkuppenlandschaft bei Halle hat ein Einzelindividuum von *Stipa capillata* seit der Erstbeschreibung der Bestände durch MAHN (1957) bis heute überlebt (PARTZSCH 2000). Dies überrascht, da sehr kleinen Populationen immer ein schnelles Erlöschen infolge von genetischer Verarmung und Inzucht nachgesagt wird (OOSTERMEIJER 1996, HENSEN et al. 2005, HENSEN & WESCHE 2006, WILLI et al. 2006). Das Alter ist ein Schlüsselmerkmal im Lebenszyklus der Pflanzenarten, das hauptsächlich das Überleben der Arten unter speziellen Umweltbedingungen bestimmt (GATSUK et al. 1980, SCHWEINGRUBER & POSCHLOD 2005). So wiesen VORONTZOVA & ZAUGOLNOVA (1985) für *Festuca valesiaca* bzw. *F. rupicola* ein Alter von 30 bzw. 40 Jahren und für *Stipa pennata* sogar von 75 Jahren nach.

Der SOERENSEN-Index zeigt eine floristische Ähnlichkeit zwischen den aktuellen und historischen Aufnahmen von ca. 50 und 75. Vor allem bei den *Stipa tirsia*-Rasen des Kyffhäusers waren deutliche Unterschiede zwischen den Wuchsorten Mittelberg, Falkenburg-Plateau, Vatersberg und Kosakenberg zu erkennen. Grund dafür ist die unterschiedliche Landnutzung an den jeweiligen Standorten. Die südexponierten Xerothermrassen des Mittelberges werden einmal pro Jahr mit Schafen intensiv beweidet (ca. 500 - 600 Mutterschafe, Schäferei Konrad, Pusch & Rosenstock, mündl. Mitt.) und wurden in den letzten 25 Jahren entbuscht (Pusch, mündl. Mitt.). Auf dem Falkenburg-Plateau oberhalb der Barbarossahöhle wird ebenfalls einmal pro Jahr mit Schafen im weiten Gehüt beweidet (ca. 300 - 400 Mutterschafe, Schäferei Hiller) und zusätzlich zweimal pro Jahr die Flächen entbuscht (Pusch, mündl. Mitt.). Auch auf dem Vatersberg wird ein- bis zweimal pro Jahr mit Schafen intensiv beweidet

Tab. 6 Übersicht zugenommener und abgenommener typischer Xerothermrassenarten der *Stipa*-Rasen innerhalb der letzten ca. 20 Jahre verglichen mit BECKER (1996) und PUSCH & BARTHEL (2003) (vgl. Tab. 2A). Es werden nur Arten berücksichtigt, die deutliche Veränderungen um 1,5/ 2 bis 3 Stufen der BRAUN-BLANQUET-Skala aufwiesen. Die Einteilung erfolgt nach den jeweiligen Regionen. Für jede Art ist der Nährstoff- (N) und Reaktionszeigerwert (R) (ELLENBERG et al. 2001) angegeben (x – indifferent). Einmalig verschwundene oder neu aufgetretene Arten (insbesondere Gehölz- und Ruderalarten) sind nicht aufgeführt.

Table 6 Overview of increased and decreased typical xerothermic grassland species of *Stipa* lawns within the last 20 years compared to BECKER (1996) and PUSCH & BARTHEL (2003) (see Tab. 2A). Only species that show significant changes by 1.5/ 2 to 3 levels of the BRAUN-BLANQUET scale are considered. The division is made according to the respective regions. For each species, the nutrient (N) and reaction indicator value (R) (ELLENBERG et al. 2001) is given (x – indifferent). Uniquely lost or newly occurring species (especially woody and ruderal species) are not listed.

Region	zugenommene Arten	abgenommene Arten
<b>Saale-Unstrut-Triasland</b>	<i>Brachypodium pinnatum</i> (N4, R7) <i>Bromus erectus</i> (N3, R8) <i>Carex humilis</i> (N3, R8) <i>Festuca csikhegyensis</i> (N1, Rx) <i>Festuca valesiaca</i> (N2, R7) <i>Galatella linosyris</i> (N2, R8) <i>Potentilla incana</i> (N1, R8) <i>Scabiosa canescens</i> (N3, R8)  davons neu aufgetreten: <i>Anthericum ramosum</i> (N3, R7) <i>Cervaria rivini</i> (N3, R7) <i>Thesium linophyllum</i> (N1, R8)	<i>Eryngium campestre</i> (N3, R8) <i>Festuca rupicola</i> (N2, R8)  davon verschwunden: <i>Bothriochloa ischaemum</i> (N3, R8) <i>Cerastium pumilum</i> (N2, R8) <i>Hornungia petraea</i> (N1, R9)
<b>Kyffhäuser</b>	<i>Agrimonia eupatoria</i> (N4, R8) <i>Brachypodium pinnatum</i> (N4, R7) <i>Bromus erectus</i> (N3, R8) <i>Festuca csikhegyensis</i> (N1, Rx) <i>Helianthemum nummularium</i> (N2, R7) <i>Linum austriacum</i> (N2, R8) <i>Potentilla incana</i> (N1, R8) <i>Salvia pratensis</i> (N4, R8) <i>Scabiosa canescens</i> (N3, R8) <i>Teucrium chamaedrys</i> (N1, R8) <i>Thymus praecox</i> (N1, R8)	<i>Euphorbia cyparissias</i> (N3, Rx)  davon verschwunden: <i>Bothriochloa ischaemum</i> (N3, R8) <i>Hornungia petraea</i> (N1, R9) <i>Medicago minima</i> (N2, R8)

(zusätzlich drei - vier Ziegen und 1 Esel, Schäferei Hiller), wobei die Flächen vor 15 Jahren einem großen Flächenbrand (fünf - sechs ha) unterlagen (Pusch, mündl. Mitt.). Für diese drei Standorte liegt nach dem SOERENSEN-Index eine mittlere floristische Ähnlichkeit zwischen den aktuellen und historischen *Stipa tirsia*-Rasen vor, die Veränderungen in den Pflanzengesellschaften anzeigen. Am Kosakenberg, nahe der Opferspalte, wurde seit den letzten 10 Jahren keine Beweidung durchgeführt, da aufgrund der steilen Hänge in einigen Bereichen nur sehr schwer oder gar nicht für Weidetiere zugänglich ist (Höhlen

und Spalten). Andererseits wurden vor zwei Jahren umfassende Entbuschungsmaßnahmen durchgeführt (Pusch, mündl. Mitt.). Nach dem SOERENSEN-Index liegt hier eine hohe floristische Ähnlichkeit zwischen den aktuellen und historischen *Stipa tirsia*-Rasen vor, die eine nahezu identische Pflanzengesellschaft und somit einen relativ naturbelassenen Standort anzeigt.

Der Vergleich der Zeigerwertspektren zeigte nur eine geringe Verschiebung der ökologischen Ansprüche der beteiligten Arten. So schienen basen- und kalkholde Arten wie *Cerastium pumilum* und *Hornungia petraea* verschwunden zu sein. Bei diesen annualen Therophyten handelt es sich jedoch um stark fluktuierende Arten. Andererseits traten Arten mit Nährstoffzahl > 5, wie *Poa angustifolia* und *Dactylis glomerata*, häufiger auf.

Dennoch konnte eine Erhöhung der Gesamtartenzahlen der aktuellen *Stipa*-Rasen nachgewiesen werden. So trat eine Reihe seltener Xerophyten wie *Anthericum ramosum*, *Cervaria rivini*, *Globularia bisnagarica* und *Thesium linophyllum* neu auf. Dieser positive Effekt kann auf die langjährige Beweidung zurückzuführen sein, die zur Vernetzung der Xerothermrassen beiträgt und somit einen Austausch von Diasporen zwischen den Flächen möglich macht (SCHWABE et al. 2015). Außerdem kamen einzelne ruderales Arten (z. B. *Echium vulgare*, *Falcaria vulgaris*) mit geringer Individuenzahl hinzu, die meist sporadisch auftraten und daher diese Rasen vermutlich noch nicht gefährden. Solche ruderalen Arten sind zumeist auf angrenzenden Acker- und Brachflächen häufiger anzutreffen und können aus den Randbereichen in die Xerothermrassen einwandern (KRUMBIEGEL et al. 1998). Generell weisen diese Xerothermrassen eine hohe Stabilität der standörtlichen Verhältnisse, wie Flachgründigkeit, starke Hangneigung, Trockenheit und Nutzung, auf (KRUMBIEGEL et al. 1998, PARTZSCH 2000), sodass es innerhalb der letzten ca. 20 Jahre zu keiner starken Änderung in der floristischen Zusammensetzung der *Stipa*-Rasen Mitteldeutschlands kam.

## 6 Naturschutzfachliche Bewertung

Die hier untersuchten und durch das Auftreten von verschiedenen *Stipa*-Arten gekennzeichneten Xerothermrassen gelten als azonale Vorposten der ost- bzw. südost-europäischen Steppen (MEUSEL 1940). Viele der vorkommenden Arten sind in der Roten Liste als gefährdet oder stark gefährdet gelistet, sowohl für Sachsen-Anhalt (FRANK et al. 2004) und Thüringen (THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2011) als auch für Deutschland (KORNECK et al. 1996). Naturschutzfachlich beinhalten diese Untersuchungsgebiete seltene und artenreiche Vorkommen der Subpannonischen Steppen-Trockenrasen, die als prioritäre Lebensräume nach Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie ausgewiesen sind, die einem Biomonitoring unterliegen sollen (SSYMANEK 2004) und dem FFH-LRT 6240\* zugeordnet werden (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014). So konnte anhand der neueren Aufnahmen u. a. ein positiver Trend für *Teucrium chamaedrys* und für die gefährdete Art *Scabiosa canescens* nachgewiesen werden, die innerhalb der letzten ca. 20 Jahre in ihrer Deckung zunahm. Vor allem *Scabiosa canescens* steht unter nationaler Verantwortung, da mehr als die Hälfte des weltweiten Bestandes in Deutschland siedelt und dessen stabilstes und größtes Vorkommen u. a. in Sachsen-Anhalt ist (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2014). Außerdem kann das Vorhandensein der neu aufgetretenen gefährdeten Art *Globularia bisnagarica* positiv bewertet werden.

Trotzdem scheint sich eine Gefährdung der *Stipa*-Rasen durch Landnutzungsänderungen und eine damit verbundene zunehmende Einwanderung von weiteren Grasarten, wie z. B. *Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum*, abzuzeichnen. Aufgrund der Isolation kleinflächiger Habitats kann es zu einer Gefährdung dieser Rasen kommen. Ein Beispiel ist der inselartige *Stipa pennata*-Bestand des Weinberges bei Börnecke, der einen hohen Verbuschungsgrad durch typische Gehölzarten (*Crateagus monogyna*, *Quercus petraea*, *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa*) aufweist und bisher wohl nie entbuscht worden ist. Um einer fortschreitenden Sukzession Einhalt zu gebieten, müssen hier dringend Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Für den Erhalt der wertvollen Xerothermrassen sollte die traditionelle Landnutzung durch Beweidung beibehalten oder wieder eingeführt werden. Durch den selektiven Verbiss der Tiere werden dominante Gräser zurückgedrängt und durch die Trittbelastung entstehen kleine Vegetationslücken, die als Etablierungsnischen von Keimlingen

dienen können (GRUBB 1977, BULLOCK et al. 1994). Das Mitführen von Ziegen beugt einer zunehmenden Verbuschung vor oder kann sie eindämmen (ELIAS et al. 2013, 2018). Daher ist es unbedingt notwendig, die traditionelle Landnutzung weiterzuführen, um den Artenerhalt der *Stipa*-Rasen zu gewährleisten. Eine kontrovers diskutierte Pflegemethode ist das gezielte Flämmen, das nach SENDTKO (1999) und Wegener (mündl. Mitt.) einen positiven Effekt auf die Rasen haben soll.

## 7 Zusammenfassung

MEIER, T., PARTZSCH, M. (2018): Federgras-Bestände in Mitteleuropa. - Teil I. Aktuelle Situation und Bestandsentwicklung. - *Hercynia N. F.* 51: 113 – 154.

Die Prozesse des „Global Change“ und der Rückgang der traditionellen Landnutzung führen zu einer rückläufigen Artenvielfalt in xerothermen Pflanzengesellschaften. Auch die in ihrer floristischen Zusammensetzung sehr ähnlichen *Stipa*-Rasen in Mitteleuropa werden zunehmend durch diese Prozesse geprägt. Ziel der Arbeit war es, zum einen aktuelle Vegetationsaufnahmen der Bestände der vier im Gebiet (Nordharzvorland und Harz, Kyffhäuser, Saale-Unstrut-Triasland) vorkommenden gefährdeten *Stipa*-Arten (*S. capillata*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*) als Grundlage für ein zukünftiges flächenbezogenes Monitoring mit genauen GIS-Koordinaten zu erheben und zum anderen durch den Vergleich mit historischen Vegetationsaufnahmen die Änderungstendenzen in den *Stipa*-Beständen zu erfassen und zu bewerten. Der floristisch-ökologische Vergleich der aktuellen Aufnahmen zeigt, dass die verschiedenen *Stipa*-Rasen sehr ähnlich sind. Der Vergleich mit den historischen Aufnahmen mit Hilfe des SOERENSEN-Index ergab eine floristische Ähnlichkeit zwischen ca. 50 und 75, woraus sich durchaus Änderungstendenzen über die Zeit ableiten lassen. Insgesamt sind über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren die typischen Xerothermrassenarten *Bothriochloa ischaemum*, *Cerastium pumilum*, *Hornungia petraea* und *Medicago minima* verschwunden und *Anthericum ramosum*, *Cervaria rivini*, *Globularia bisnagarica* und *Thesium linophyllum* neu aufgetreten. Einen negativen Effekt stellt die Zunahme von Gräsern wie *Brachypodium pinnatum* und *Bromus erectus* sowie von einzelnen Ruderalarten (*Echium vulgare*, *Falcaria vulgaris*) dar. Dennoch konnten innerhalb der letzten 20 Jahre keine starken Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung der *Stipa*-Rasen Mitteleuropas nachgewiesen werden. Vielmehr zeichnen sich diese Xerothermrassen durch eine hohe Stabilität aufgrund der konstanten standörtlichen Verhältnisse auf, die vor allem auch durch die langjährige Pflege durch Beweidung bedingt ist. Um das wertvolle Arteninventar der *Stipa*-Rasen auch in der Zukunft zu erhalten, sollte die traditionelle Landnutzung unbedingt weitergeführt werden.

## 8 Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau Prof. Dr. Isabell Hensen, da sie das Interesse von Xerothermrassen, insbesondere *Stipa*-Rasen, geweckt hat. Maßgebend danken wir Herrn Dr. Uwe Wegener und Herrn Dr. Jürgen Pusch für die bereitgestellte Literatur und den fachlichen und persönlichen Austausch. Daneben danken wir auch Herrn Dr. Wolfgang Böhnert für die erhaltene Literatur und Herrn Dr. Hans-Ulrich Kison für den fachlichen Austausch. Vielen Dank an Herrn Gunnar Seidler für die Erstellung der Karte der Untersuchungsgebiete. Ein weiterer Dank gilt dem Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt, Landratsamt Kyffhäuserkreis und Landratsamt Nordhausen für die naturschutz- und artenschutzrechtlichen Genehmigungen.

## 9 Literaturverzeichnis

- ANDRES, C. (1994): Flora und Vegetation im Naturschutzgebiet „Badraer Lehde–Großer Eller“ am Kyffhäuser. - Dipl. arb., Univ. Göttingen.
- BAKKER, J. P., OLFF, H., WILLEMS, J. H., ZOBEL, M. (1996): Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? - *J. Veg. Sci.* 7: 147 – 156.

- BECKER, T. (1996): Flora und Vegetation von Felsfluren und Magerrasen im unteren Unstruttal (Sachsen-Anhalt). - Diplomarb., Univ. Göttingen.
- BECKER, T. (1999): Die Xerothermrassen-Gesellschaften des unteren Unstruttals und einige ökologische Gründe für ihre Verteilung im Raum. - Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anh. 4: 3 – 29.
- BENKERT, D., FUKAREK, F., KORSCH H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. - Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- BIERINGER, G., SAUBERER, N. (2001): Die Auswirkungen von Stickstoff-Immissionen auf die Vegetation der Großmittler Trockenrasen. In: Bieringer G., Berg H.-M., Sauberer, N. (Hrsg.): Die vergessene Landschaft. Beiträge zur Naturkunde des Steinfeldes. - Stapfia 77: 235 – 242.
- BOBBINK, R., WILLEMS, J. H. (1987): Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: A threat to a species-rich ecosystem. - Biol. Conserv. 40: 301 – 314.
- BOBBINK, R., HORNUMG, M., ROELOFS, J. G. M. (1998): The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. - Plant Ecol. 86: 717 – 738.
- BORNKAMM, R. (2006): Fifty years development of a xerothermic calcareous grassland in Central Europe after heavy disturbance. - Flora 201: 249 – 267.
- BÖHNERT, W. (1974): Ökologische Untersuchungen auf den Kreidesandsteinhöhen der Harslebener Berge bei Quedlinburg. - Diplomarb., Univ. Halle (Saale).
- BÖHNERT, W. (1978): Die Vegetation des Naturschutzgebietes „Harslebener Berge Steinholz“. - Naturschutz u. naturkundliche Heimatforschung Bezirk Halle u. Magdeburg 15 (2): 11 – 23.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1921): Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. - Jahrbuch St. Gallischen Naturwiss. Ges. 57: 305 – 351.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - Springer-Verlag, Berlin.
- BULLOCK, J. M., HILL, C. B., DALE, M. P., SILVERTOWN, J. (1994): An experimental study of the effects of sheep grazing on vegetation change in a species-poor grassland and the role of seedling recruitment into gaps. - J. Appl. Ecol. 31: 493 – 507.
- CHILDE, V. G. (1936): Man makes himself. - Watts, London.
- CHYTRÝ, M., TICHÝ, L., HENNEKENS, S. M., SCHAMINÉE, J. H. J. (2014): Assessing vegetation change using vegetation-plot databases: a risky business. - Appl. Veg. Sci. 17: 32 – 410.
- DEL-VAL, E., CRAWLEY, M. J. (2005): What limits herb biomass in grasslands: competition of herbivory? - Oecologia 142: 202 – 211.
- DIKMANN, M., JANDT, U., ALARD, D., BLEEKER, A., CORCKET, E., GOWING, D. J., et al. (2014): Long-term changes in calcareous grassland vegetation in North-western Germany no decline in species richness, but a shift in species composition. - Biol. conserv. 172: 170 – 179.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. - Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- DONOHUE, K., FOSTER, D. R., MOTZKIN, G. (2000): Effects of the past and the present on species distribution: land use history and demography of wintergreen. - J. Ecol. 88: 303 – 316.
- DOSTÁLEK, T., MÜNZBERGOVÁ, Z. (2010): Habitat requirements and host selectivity of *Thesium* species (Santalaceae). - Bot. J. Linnean Soc. 164: 394 – 408.
- DÖRING, J. (1996): Klimaverhältnisse am Ökohof Seeben. In: Diepenbrock W., Hülsenbergen K.-J. (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden: Beiträge der wissenschaftlichen Tagung am 25.04.1996 in Halle/Saale. - Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Landwirtschaftl. Fakultät.
- DÜLL, R., KUTZELNIGG, H. (2016): Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und angrenzender Länder. 8. Auflage. - Quelle & Meyer Verlag GmbH, Wiebelsheim.
- ELIAS, D., MANN, S., TISCHEW, S. (2013): Die Steppenrasen im Unteren Saaletal (Sachsen-Anhalt) - Wiederherstellung und Pflege durch Ziegenbeweidung. - In: Baumbach, H. & Pfützenreuter, S. (Red.): Steppenlebensräume Europas - Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen und Schutz. Tagungsband. - Hrsg. vom Thüringer Ministerium f. Landwirtschaft, Forsten, Umwelt u. Naturschutz (TMLFUN), Erfurt
- ELIAS, D., HÖLZEL, N., TISCHEW, S. (2018): Goat paddock grazing improves the conservation status of shrub-encroached dry grasslands. - Tuexenia 38: 215 – 233.
- ELLENBERG, H., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobot., Bd. 18, 2. verbesserte u. erweiterte Aufl., Göttingen.
- ELLENBERG, H., LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6., erweiterte Aufl. - Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ENYEDI, Z. K., RUPRECHT, E., DEAK, M. (2008): Long-term effects of the abandonment of grazing on steppe-like grasslands. - Appl. Veg. Sci. 11: 53 – 60.

- FRANK, D., HERDAM, H., HILBIG, W., JAGE, H., JOHN, H. G., KISON, H.-U., KORSCH, H., STOLLE, J. mit Beiträgen von BRÄUTIGAM, S., THIEL, H., UHLEMANN, I., WEBER, H. E., WELK, E. (2004): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzenengesellschaften des Landes Sachsen-Anhalt. - Ber. Landesamt Umweltschutz Sachsen-Anh. 39: 91 – 110.
- FREY, W., LÖSCH, R. (2010): Geobotanik - Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. 3. Aufl. - Springer Spektrum-Verlag, München, Heidelberg.
- GATSUK, L. E., SMIRNOVA, O. V., VORONTZOVA, L. I., ZAUGOLNOVA, L. B., ZHUKOVA, L. A. (1980): Age stages of plants of various growth forms: a review. - J. Ecol. 68, 675 – 696.
- GROSSE, E. (1987): Anthropogene Florenveränderungen in der Agrarlandschaft nördlich von Halle (Saale). 2. Folge der naturnahen Vegetation. - Hercynia N. F. 24 (2): 179 – 209.
- GRUBB, P. J. (1977). Maintenance of Species-Richness in Plant Communities - Importance of Regeneration Niche. - Biol. Rev. Cambridge Philosoph. Soc. 52: 10 – 145.
- HENSEN, I. (1995): Die kontinentalen *Stipa*-Steppenrasen der mittel- und nordostdeutschen Trockengebiete. - Gleditschia 23 (1): 3 – 24.
- HENSEN, I., OBERPRIELER, C., WESCHE, K. (2005): Genetic structure, population size, and seed production of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in Central Germany. - Flora 200: 3 – 14.
- HENSEN, L., WESCHE, K. (2006): Relationships between population size, genetic diversity and fitness components in the rare plant *Dictamnus albus* in Central Germany. - Biodiv. Conserv. 15: 2249 – 2261.
- HEWITT, G.M. (1996): Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. - Biol. J. Linnean Soc. 58/3: 247 – 276.
- HERRMANN, N., KISON, H.-U. (2005): Das Vorkommen des Ruten-Hasenohrs (*Bupleurum virgatum* Cav.) im Selketal - Anmerkungen zu Gefährdungsursachen sowie zu Schutz- und Erhaltungsmöglichkeiten der Art. - Naturschutz im Land Sachsen-Anh. 42 (2): 33 – 39.
- HÜLBER, K., MOSER, D., SAUBERER, N., MAAS, B., STAUDINGER, M., et al. (2017): Plant species richness decreased in semi-natural grasslands in the Biosphere Reserve Wienerwald, Austria, over the past two decades, despite agri-environmental measures. - Agriculture, Ecosystems & Environ. 243: 10 – 18.
- JANDT, U. (1999): Kalkmagerrasen am Südhazrand und im Kyffhäuser. Gliederung im überregionalen Kontext, Verbreitung, Standortverhältnisse und Flora. - Diss. Bot. 322: 1 – 246.
- JANDT, U., VON WEHRDEN, H., BRUELHEIDE, H. (2011): Exploring large vegetation databases to detect temporal trends in species occurrences. - J. Veg. Sci. 22: 957 – 972.
- JÄGER, E. J. (2017): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband, 21. Aufl., Begründet von Rothmaler, W. - Springer Spektrum-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M., VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen. - Schr.R. Veg.kunde 28: 21 – 187.
- KRUMBIEGEL, A., SCHMIDT, T., KLOTZ S. (1998): Artenverschiebung und Einwanderungsprozesse in einer Brache-Trockenrasen-Grenze im Mitteldeutschen Trockengebiet. - Tuexenia 18: 313 – 330.
- KUGLER, H., SCHMIDT, W. (1988): Das Gebiet an der Unteren Unstrut. - Werte unserer Heimat 46. - Akademie-Verlag, Berlin.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. - Feddes Repert. 106/1-5: 82 – 89.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2014): Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (51), Subpannonische Steppen-Trockenrasen - ein FFH Lebensraumtyp in besonderer Verantwortung des Landes Sachsen-Anhalt. - Sonderheft, Halle (Saale).
- LONDO, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. - Vegetatio 33: 61 – 64.
- MAHN, E.-G. (1957): Über die Vegetations- und Standortverhältnisse einiger Porphyrkuppen bei Halle. - Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. VI/1: 177 – 208.
- MAHN, E.-G. (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental beeinflussten Xerothermrasengesellschaften Mitteldeutschlands. - Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig 49 (1): 1 – 138.
- MEIER, T. (2017): Abiotische Faktoren und funktionelle Merkmale von *Stipa* dominierten Xerothermrasen in Mitteldeutschland. - Masterarb. Univ. Halle.
- MEUSEL, H. (1938): Über das Vorkommen des Schmalblättrigen Federgrases *Stipa stenophylla* ČERN. im nördlichen Harzvorland. - Hercynia 1(2): 285 – 303.
- MEUSEL, H. (1940): Die Grasheiden Mitteleuropas. Versuch einer vergleichend-pflanzengeographischen Gliederung. - Bot. Archiv 41: 357 – 519.
- OOSTERMEIJER, J.G.B., VAN 'T VEER, R., DEN NIJS, J.C.M. (1994): Population structure of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in the Netherlands. - J. Appl. Ecol. 31: 428 – 438.
- PARTZSCH, M. (2000): Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals - Strukturwandel ihrer Vegetation in den letzten vier Jahrzehnten. - Tuexenia 20: 153 – 187.

- PARTZSCH, M., MAHN, E.-G. (2001): Welche Etablierungschancen haben Adventivpflanzen in xerothermen Vegetationskomplexen? - Braunsch. Geobot. Arb. 8: 249 – 268.
- PODPÉRA, J. (1930): Vergleichende Studien über das Stipetum stenophyllae. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 6: 191 – 210.
- POSCHLOD, P., WALLIS DE VRIES, M. F. (2002): The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands - lessons from the distant and recent past. - Biol. Conserv. 104: 361 – 376.
- POTT, R. (1996): Die Entwicklungsgeschichte und Verbreitung xerothermer Vegetationseinheiten in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. - Tuexenia 16: 337 – 369.
- PUSCH, J., BARTHEL, K.-J. (2003): Zum Vorkommen der *Stipa*-Arten im Kyffhäusergebirge. - Hercynia N. F. 36: 23 – 45.
- REICHEL, G., WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. - Westermann, Braunschweig.
- RÖRMANN, C., DUTOIT, T., POSCHLOD, P., BUISSON, E. (2005): Influence of former cultivation on the unique Mediterranean steppe of France and consequences for conservation management. - Biol. Conserv. 121: 21 – 33.
- SCHUBERT, R. (2001): Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. - Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anh., Sonderheft 2: 1 – 686.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W., KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. - Fischer-Verlag, Jena.
- SCHWABE, A., EICHBERG, C., STROH, M., STORM, C. (2015): Gefährdete Sandvegetation der nördlichen Oberrheinebene: vegetationsökologische Untersuchungen der Technischen Universität Darmstadt 1995 – 2013 im Landkreis Darmstadt Dieburg und im Bereich der Stadt Darmstadt. - Braunsch. Geobot. Arb. 11: 249 – 300.
- SCHWEINGRUBER, F. H., POSCHLOD, P. (2005): Growth rings in herbs and shrubs: life span, age determination and stem anatomy. - Forest snow landscape res. 79: 195 – 415.
- SENDTKO, A. (1999): Die Entwicklung *Stipa*-reicher Trockenrasen auf Weinbergsbrachen in Ost-Mitteleuropa - pflanzensoziologische, nutzungs- und populationsbiologische Aspekte. - Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. 11: 179 – 200.
- SOERENSEN, T. A. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. - Biol. Skr. Dansk. Vidensk. Selsk. 5 (4): 1 – 34.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E., unter Mitarbeit von MESSER, D. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. - Schr.R. Landschaftspflege u. Naturschutz 53: 1 – 560.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2011): Rote Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens: Artenschutz, Biotopschutz, Reservatsystem. - Jena.
- VORONTZOVA, L. I., ZAUGOLNOVA, L. B. (1985): Population Biology of Steppe Plants. - Handbook Veg. Sci. 3: 143 – 178.
- WEGENER, U. (1988): Pflegekonzeption für Heide- und Hutungsflächen (NSG Harslebener Berge-Steinholz). - Naturschutzarb. in den Bezirken Halle u. Magdeburg 25 (1): 29 – 36.
- WILLI, Y., VAN BUSKIRK, J., HOFFMANN, A.A. (2006): Limits to the adaptive potential of small populations. - Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. 37: 433 – 458.
- WILLEMS, J. H. (1987): Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: a threat to species rich ecosystem. - Biol. Conserv. 40: 301 – 314.

Manuskript angenommen: 12. Dezember 2018

Anschrift der Autoren:

MSc. Biol. Tim Meier

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biologie/Geobotanik und Botanischer Garten,  
Am Kirchtor 1, 06120 Halle (Saale)

E-Mail: tim.meier@botanik.uni-halle.de oder tim.meier1@t-online.de

Dr. rer. nat. Monika Partzsch

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biologie/Geobotanik und Botanischer Garten,  
Am Kirchtor 1, 06120 Halle (Saale)

E-Mail: monika.partzsch@botanik.uni-halle.de



**Anhang:**

Tab. A1 Aktuelle Vegetationsaufnahmen der vier von *Stipa*-Arten dominierten Xerothermrassen in Mitteldeutschland. GPS-Koordinaten befinden sich in Tab. A3. Ausgangsgestein: krs - Kreidesandstein, grw - Grauwacke, mkr - Massenkalk (Riffkalk), gps - Zechstein-Gips, ahy - Werra-Anhydrit, muk - Unterer Muschelkalk, rgp - Röt-gips, bus - Oberer Buntsandstein (Röt).

Table A1 Current vegetation surveys of the four *Stipa* grassland communities in Central Germany. GPS coordinates are in Tab. A3. Bedrock: krs - chalk sandstone, grw - greywacke, mkr - reef limestone, gps - Zechstein gypsum, ahy - Werra anhydrite, muk – lower shell limestone, rgp - red plaster, bus - upper red sandstone.

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Aufnahmenummer	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177		
julianisches Datum	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP	
Gebiet/Ort	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230	
Höhe (m ü. NN)	ssw	ssw	so	s	s	sw	s	s	s	so	ssw	so	so	sw	sw	s	so	-	nno	so	s	
Exposition	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10	
Inklination [°]	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gms	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gms	ahy	
Ausgangsgestein	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99	
Deckung Krautschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1	
Deckung Kryptogamenschicht [%]	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26	
Artenzahl Phanerogamen	<i>Stipa capillata</i>	3	3	3	3	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
	<i>Stipa pennata</i>	+	.	r	.	4	3	3	3	r	3	4	2a	.	.	.	.	r	.	.	r	
	<i>Stipa pulcherrima</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	5	4	4	4	r	r	.	.	
	<i>Stipa tirsia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	4	4	
<b>Xerobromion erecti</b>																						
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	.	.	2a	2m	.	.	.	.	+	2m	+	.	.	.	1	.	1	.	1		
<i>Teucrium montanum</i>	.	.	.	2a	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2a	2m	.	.	.	2m		
<i>Fumana procumbens</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	1		
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	2a	2b	.	.	+	.	.	.	.	2a		
<i>Helianthemum canum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Sesleria caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
<b>Mesobromion erecti</b>																						
<i>Cirsium acule</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Carlina vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Aufnahmenummer																						
julianisches Datum	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177	
Gebiet/Ort	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP	
Höhe (m ü. NN)	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230	
Exposition	ssw	ssw	so	s	s	sw	s	s	s	so	ssw	ssw	so	sw	sw	s	so	-	nno	so	s	
Inklination [°]	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10	
Ausgangsgestein	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gms	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gms	ahy	
Deckung Krautschicht [%]	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99	
Deckung Kryptogamenschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1	
Artenzahl Phanerogamen	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26	
<b>Koelerio-Phleion phleoidis</b>																						
<i>Koeleria macrantha</i>	+	2m	1	r	.	2b	2m	1	.	.	r	.	.	2m	2a	.	.	1	+	2m	.	
<i>Festuca cskibegyensis</i>	2m	2b	.	r	3	2m	2m	.	+	.	r	+	1	.	+	2b	.	.	.	.	+	
<b>Brometalia erecti</b>																						
<i>Dianthus carthusianorum</i>	r	.	+	.	.	r	+	r	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	r	.	
<i>Helictotrichon pratense</i>	.	+	3	.	.	2a	2m	+	.	.	r	.	.	+	+	.	.	2m	2m	1	.	
<i>Hippocrepis comosa</i>	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	r	+	
<i>Anhyllis vulneraria</i>	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Bromus erectus</i>	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	3	3	.	.	.	.	+	.	.	.	2b	2b	
<i>Arabis hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Festucion valesiacae</b>																						
<i>Festuca valesiaca</i>	.	+	.	.	+	+	+	1	r	.	.	.	r	+	2m	+	+	.	.	.	.	
<i>Seseli hippomarathrum</i>	.	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	
<i>Carex supina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	
<b>Cirsio-Brachypodion</b>																						
<i>Adonis vernalis</i>	.	.	2a	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	1	+	1	.	.	.	+	
<i>Astragalus danicus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	+	.	.	.	
<i>Thesium linophyllum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Festucetalia valesiacae</b>																						
<i>Silene otites</i>	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>							<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Aufnahmenummer	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177	
julianisches Datum	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP	
Gebiet/Ort	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230	
Höhe (m ü. NN)	SSW	SSO	SO	S	S	SW	S	S	S	SSW	SSO	SO	SW	SW	S	SO	-	nno	so	S		
Exposition	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10	
Inklination [°]	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gps	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gps	ahy	
Ausgangsgestein	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99	
Deckung Krautschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1	
Deckung Kryptogamenschicht [%]	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26	
Artenzahl Phanerogamen																						
<i>Potentilla incana</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2a	.	.	.	+		
<b>Festuco-Brometea</b>																						
<i>Potentilla neumanniana</i>	2a	.	2a	.	+	2m	2m	.	1	.	.	.	+	2m	+	.	+	.	.	.	.	
<i>Phleum phleoides</i>	2a	2a	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	2m	1	.	.	.	.	.	.	
<i>Carex humilis</i>	2m	2b	1	2a	.	3	3	3	2m	.	2m	2m	+	2a	3	2m	2a	.	+	.	2m	
<i>Sanguisorba minor</i>	2m	.	r	2m	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	
<i>Galium verum</i>	1	+	2a	1	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	+	2a	2m	+	1	1	1	1	+	1	+	+	+	2m	+	+	+	+	+	+	
<i>Brachypodium pinnatum</i>	+	2m	2m	.	.	2a	2a	2b	.	2m	+	.	.	2a	2m	+	1	2m	2b	.	+	
<i>Asperula cynanchica</i>	+	.	2m	2m	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	
<i>Veronica spicata</i>	+	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	2m	+	.	.	r	.	.	.	
<i>Salvia pratensis</i>	.	3	.	2m	.	3	.	.	.	.	1	1	+	2m	2a	+	2m	1	.	.	+	
<i>Festuca rupicola</i>	.	+	2m	.	.	+	+	1	.	+	+	.	.	r	.	.	+	1	1	+	r	
<i>Eryngium campestre</i>	.	2m	.	.	.	.	1	2a	.	.	r	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	+	.	.	2m	2a	.	+	.	.	.	.	2m	2a	.	.	1	2m	+	2m	
<i>Galatella tinisyris</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	+	
<i>Thymus praecox</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	2a	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
<i>Stachys recta</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
<i>Prunella grandiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	
<i>Inula hirta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	1	
<i>Centaurea stoebe</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	1	.	.	.	.	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	2m	



	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Aufnahmenummer																					
julianisches Datum	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177
Gebiet/Ort	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP
Höhe (m ü. NN)	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230
Exposition	SSW	SSO	SO	S	S	SW	S	S	S	SO	SSW	SSO	SO	SW	SW	S	SO	-	nno	SO	S
Inklination [°]	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10
Ausgangsgestein	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gps	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gms	ahy
Deckung Krautschicht [%]	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99
Deckung Kryptogamenschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1
Artenzahl Phanerogamen	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26
<i>Asperula tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Sedo-Scieranthetea</b>																					
<i>Acinos arvensis</i>	+	.	2m	1	.	+	+	+	.	.	r	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i>	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	1	2m	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis vinealis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba verna</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Taraxacum sect. Erythrosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	.	.	+	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Scleranthus perennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Molinio-Arrhenatheretea-Arten</b>																					
<i>Poa angustifolia</i>	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2m	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	r	.	.	.	.	r	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Linum catharticum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	+	.	1	.	.	.	r	r	r	r	.	.	+	.	.	1	+	r	+
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	.	.
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhinanthus minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Aufnahmenummer																					
julianisches Datum	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177
Gebiet/Ort	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP
Höhe (m ü. NN)	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230
Exposition	ssw	ssw	so	s	s	sw	s	s	s	so	ssw	ssw	so	sw	sw	s	so	-	nno	so	s
Inklination [°]	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10
Ausgangsgestein	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gps	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gps	ahy
Deckung Krautschicht [%]	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99
Deckung Kryptogamenschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1
Artenzahl Phanerogamen	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26
<b>weitverbreitete Magerrasenarten</b>																					
<i>Pilosella officinarum</i>	1	+	2m	.	.	2a	2b	+	+	.	.	.	.	2m	1	.	r	+	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	r	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<b>krautige Saumarten</b>																					
<i>Anthericum liliago</i>	.	2b	.	+	+	2a	2m	.	.	.	+	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	+	r	+	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	1	+	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	+	r	.	.	1	.	r	.	.	.	.	+	.	r	2a	.	+
<i>Viola hirta</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Scabiosa canescens</i>	.	.	.	.	2m	.	r	.	.	.	+	r	.	1	.	r	1	+	.	.	1
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium alpestre</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium sanguineum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium glaucum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaureum erythraea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hircundinaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Aufnahmenummer	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177
julianisches Datum	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP
Gebiet/Ort	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230
Höhe (m ü. NN)	SSW	SSO	SO	S	S	SW	S	S	S	SSW	SSO	SO	SW	SW	S	SO	-	nno	so	S	
Exposition	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10
Inklination [°]	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gps	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	ahy	gms
Ausgangsgestein	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99
Deckung Krautschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1
Deckung Kryptogamenschicht [%]	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26
Artenzahl Phanerogamen																					
<i>Inula germanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthericum ranosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium sabaudum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum thapsus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cervaria rivini</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago falcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platanthera bifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Störungszeiger</b>																					
<i>Echium vulgare</i>	+	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	r	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Falcaria vulgaris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scleranthus annuus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tragopogon dubius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Gehölzarten</b>																					
<i>Rosa rubiginosa</i> juv.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	2m	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i> juv.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa elliptica</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	<i>Stipa capillata</i>					<i>Stipa pennata</i>					<i>Stipa pulcherrima</i>					<i>Stipa tirsia</i>						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Aufnahmenummer	205	179	205	191	191	143	143	138	165	162	163	163	190	150	150	163	159	184	184	177	177	
julianisches Datum	HLB	HLB	WBB	MBA	FBP	HLB	HLB	WBB	SKT	RBL	MBA	FBP	SAD	HLB	HLB	HLB	FBP	SBW	HLB	HLB	MBA	FBP
Gebiet/ Ort	167	162	197	182	221	166	168	195	256	441	187	210	112	165	168	220	165	171	171	189	230	
Höhe (m ü. NN)	ssw	ssw	so	s	s	sw	s	s	s	so	ssw	ssw	so	sw	sw	s	so	-	nno	so	s	
Exposition	60	50	30	60	15	45	25	30	60	50	20	10	25	35	45	20	25	0	10	5	10	
Inklination [°]	krs	krs	krs	gps	ahy	krs	krs	krs	grw	mkr	gps	ahy	bus	krs	krs	ahy	muk	krs	krs	gps	ahy	
Ausgangsgestein	75	85	99	80	75	95	99	99	65	50	98	99	70	99	90	95	90	99	99	99	99	
Deckung Krautschicht [%]	1	1	1	2	5	2	1	1	1	10	2	1	1	1	2	1	5	1	1	1	1	
Deckung Kryptogamenschicht [%]	25	25	31	26	22	33	30	24	26	12	34	26	20	32	27	32	30	51	35	22	26	
Artenzahl Phanerogamen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	
<i>Prunus avium</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rubus spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	





	<i>Stipa capillata</i>				<i>Stipa pulcherrima</i>				<i>Stipa tirsia</i>			
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Aufnahmenummer	189	189	168	159	164	160	163	177	177	177	214	
julianisches Datum	Becker Meier	Becker Meier	Becker Meier	Becker Meier	Becker Meier	Becker Meier	Becker Meier	Pusch Meier	Pusch Meier	Pusch Meier	Pusch Meier	
Author	SBW SBW	SBW SBW	SSW SSW	SBW SBW	SSW SSW	GED GED	MBA MBA	MBA MBA	FBP FBP	VBR VBR	KKB KKB	
Gebiet/Ort	150 163	150 158	160 164	165 166	170 165	125 118	188	187	213	187	195	
Höhe (m ü. NN)	sw sso	sw sso	s ssw	sw sso	s s	sw sso	s ssw	s sso	s sso	w sso	ssw sso	
Exposition	20 20	20 20	20 20	10 20	15 40	30 50	35 35	40 10	20 5	10 10	25 35	
Inklination [°]	muk muk	muk muk	muk muk	muk muk	muk muk	rgp rgp	gps gps	gps gps	ahy ahy	gps gps	gps gps	
Ausgangsgestein	60 80	60 85	65 85	75 85	90 90	75 80	90 95	90 99	90 99	90 99	90 80	
Deckung Krautschicht [%]	25 5	25 5	15 3	10 3	20 2	1 1	2	1	1	1	5	
Deckung Kryptogamenschicht [%]	19 37	25 32	40 33	35 36	34 42	14 21	46 40	26 28	40 27	45 30	51 58	
Artenzahl Phanerogamen	42,86	56,14	60,27	45,07	50	45,71	62,79	48,15	62,69	53,33	71,56	
<b>Sorensen-Index</b>												
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Carlina vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	
<i>Ononis repens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<i>Orchis militaris</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
<b>Koeleria-Phleion phleoidis</b>												
<i>Koeleria macrantha</i>	1	.	1	1	+	.	.	.	r	.	+	
<i>Festuca csibtegyensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<b>Brometalia erecti</b>												
<i>Arabis hirsuta</i>	+	+	1	+	1	.	.	.	.	.	+	
<i>Bromus erectus</i>	.	1	2m	.	2m	.	.	3	+	2	3	
<i>Helictotrichon pratense</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	
<i>Hippocrepis comosa</i>	.	.	1	+	.	.	.	1	+	.	1	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
<b>Festuca valesiaca</b>												
<i>Secali hippomarathrum</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Festuca valesiaca</i>	.	+	+	1	1	.	.	.	.	.	2	

















Tab. A3 Größe der Aufnahme­fläche, Datum (gregorianisch) und GPS-Koordinaten für jede Vegetationsaufnahme. Die fortlaufende Nummer entspricht der jeweiligen Aufnahme­nummer in Tab. A1 und Tab. A2.

Table A3 Size of the recording area, date (Gregorian) and GPS coordinates for each vegetation survey. The consecutive number corresponds to the respective recording number in Tab. A1 and Tab. A2

Nr.	Größe der Aufnahme­fläche	Datum	Koordinaten
1	3 m x 3 m	24.07.2015	N 51°49'46.8" E 11°04'26.5"
2	3 m x 3 m	28.06.2015	N 51°49'36.6" E 11°04'49.9"
3	3 m x 3 m	24.07.2015	N 51°49'42.7" E 11°02'45.8"
4	3 m x 3 m	10.07.2015	N 51°25'23.6" E 10°58'22.6"
5	3 m x 3 m	10.07.2015	N 51°22'34.6" E 11°02'22.6"
6	3 m x 3 m	23.05.2015	N 51°49'46.9" E 11°04'25.8"
7	3 m x 3 m	23.05.2015	N 51°49'45.6" E 11°04'31.7"
8	3 m x 3 m	18.05.2015	N 51°49'44.0" E 11°02'42.3"
9	3 m x 3 m	14.06.2015	N 51°41'04.5" E 11°14'49.8"
10	1 m x 1 m	11.06.2015	N 51°45'34.8" E 10°50'57.7"
11	3 m x 3 m	12.06.2015	N 51°25'23.9" E 10°58'19.8"
12	3 m x 3 m	12.06.2015	N 51°22'34.2" E 11°02'19.9"
13	2 m x 2 m	09.07.2015	N 51°37'23.2" E 11°45'16.3"
14	3 m x 3 m	30.05.2015	N 51°49'47.2" E 11°04'23.1"
15	3 m x 3 m	30.05.2015	N 51°49'47.7" E 11°04'23.3"
16	3 m x 3 m	12.06.2015	N 51°22'34.9" E 11°02'22.5"
17	3 m x 3 m	08.06.2015	N 51°12'56.7" E 11°43'11.6"
18	3 m x 3 m	03.07.2015	N 51°49'48.5" E 11°04'23.7"
19	3 m x 3 m	03.07.2015	N 51°49'48.5" E 11°04'23.6"
20	3 m x 3 m	26.06.2015	N 51°25'23.3" E 10°58'15.0"
21	3 m x 3 m	26.06.2015	N 51°22'35.6" E 11°02'24.5"
22	3 m x 3 m	08.07.2015	N 51°12'56.0" E 11°43'12.4"
23	3 m x 3 m	08.07.2015	N 51°12'55.3" E 11°43'12.5"
24	3 m x 3 m	17.06.2015	N 51°13'12.4" E 11°43'12.9"
25	3 m x 3 m	12.06.2015	N 51°25'23.1" E 10°58'18.2"
26	3 m x 3 m	08.06.2015	N 51°12'56.3" E 11°43'12.6"
27	3 m x 3 m	17.06.2015	N 51°13'12.9" E 11°43'10.5"
28	3 m x 3 m	09.06.2015	N 51°14'36.0" E 11°40'57.4"
29	3 m x 3 m	26.06.2015	N 51°25'22.9" E 10°58'12.7"
30	3 m x 3 m	26.06.2015	N 51°22'35.2" E 11°02'19.2"
31	3 m x 3 m	26.06.2015	N 51°22'21.4" E 11°02'41.2"
32	10 m x 10 m	02.08.2015	N 51°22'04.9" E 11°04'37.1"