Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 126: 113-148, Berlin 1993

Zum Vorkommen von Calamagrostis epigejos und Prunus serotina in den Berliner Forsten

Walter Seidling

1. Einleitung
2. Das Untersuchungsgebiet
3. Methoden
3.1 Kartierung der Fokusarten
3.2 Abundanzänderung von *Calamagrostis epigejos* in der Zeit
3.3 Statistische Berechnung zum Zusammenhang zwischen den Fokusarten und Umweltparametern
4. Ergebnisse
4.1 *Calamagrostis epigejos* in den Forsten im Ostteil Berlins
4.2 *Calamagrostis epigejos*-Metapopulationen in den Forsten im Westteil Berlins 1955/56 und 1986
4.3 *Prunus serotina* in den Forsten im Ostteil Berlins
4.4 Das Auftreten der Fokusarten und Umweltparameter
4.4.1 *Calamagrostis epigejos* und abgeleitete Standortfaktoren
4.4.2 *Prunus serotina* und abgeleitete Standortfaktoren
5. Diskussion
5.1 Ausbreitungsorientierte und methodische Bemerkungen
5.2 Bewertung der Vorkommen von *Calamagrostis epigejos*
5.3 Bewertung der Vorkommen von *Prunus serotina*
6. Literatur

Zusammenfassung

Die Verbreitung von *Calamagrostis epigejos* und *Prunus serotina* im Ostteil der Berliner Forsten wurde im Winter 1991/92 flächenrepräsentativ kartiert. Abteilungsbezogene mittlere Abundanzwerte beider Arten werden untereinander und zu modifizierten standortkundlichen und bestandesbezogenen Parametern sowie zur Menge ausgebrachten Harnstoffdüngers korrelativ in Beziehung gesetzt. Für zwei Gebiete im westlichen Teil der Berliner Forsten wird das Auftreten des Land-Reitgrases 1986 mit dem 30 Jahre früher verglichen.

Für *Calamagrostis* konnten regionale Unterschiede im Auftreten festgestellt werden. Die größte Gesamtdeckung tritt in den am stärksten mit Stickstoff gedüngten Bereich der Ostberliner Forsten auf, der zugleich die ärmsten Waldstandorte beinhaltet und der in großen

Teilen mit relativ lichten, einschichtigen Kiefernkulturen bestockt ist. Dort wo ein höherer Laubholzanteil besteht, erreicht *Calamagrostis epigejos* auch nach N-Düngung nur geringe Deckungsgrade. Im Westteil der Berliner Forsten hat das Land-Reitgras seit der Nachkriegszeit an Bedeutung verloren. Unter Berücksichtigung entsprechender Literatur verweisen die Ergebnisse auf die Rolle des Land-Reitgrases als allgemeiner Störungs- und Lichtzeiger in unseren Wäldern und Forsten, so daß der Einfluß beabsichtigter oder immissionsbedingter N-Einträge zu relativieren ist.

Der Schwerpunkt des Auftretens von *Prunus serotina* im östlichen Teil der Berliner Forsten liegt im Bereich besserer Böden, wobei aber auch auf ärmeren Standorten Bestände mit einer stark entwickelten *Prunus*-Strauchschicht auftreten können. Insgesamt scheint die heutige Verbreitung mit den oft krassen Übergängen zwischen Beständen mit starker und solchen mit geringer Traubenkirschen-Abundanz noch stark die Anpflanzungsmuster wiederzugeben. Es ist kann angenommen werden, daß die Ausbreitungsphase dieser Gehölzart noch nicht abgeschlossen ist, so daß Rückschlüsse auf standörtliche Präferenzen ebenso verfrüht erscheinen wie solche auf rezente Umweltveränderungen, zumal die inzwischen angelaufene Bekämpfung in den Berliner Forsten diese Zusammenhänge weiter verunklart.

Summary

The occurrence of *Calamagrostis epigejos* and *Prunus serotina* within the eastern part of the forests of Berlin (Berliner Forsten) was recorded by an area-representative method. On the basis of 350 compartments abundances of both species are correlated to each other as well as to edaphic factors, stand parameters, and to quantities of urea applied 1977 to 1985. Furthermore vegetational relevés from 1955/56 are compared with those done in 1986 at the same locations in order to investigate *Calamagrostis epigejos* abundance over time.

It is found that the occurrence of *Calamagrostis epigejos* varies regionally. Highest abundance values are reached in fertilized parts which were originally the poorest stands. Most of these particular quarters are stocked by monocultures of Scotch pine providing high radiation to the forest floor. In those fertilized quarters which contain a higher amount of deciduous trees, wood small-reed is less abundant. Comparing *Calamagrostis* abundance over time in western parts of the forests of Berlin, it turned out that it decreased due to the development of multi-layered forest stands. Discussing the results in context with other studies, the behaviour of *Calamagrostis epigejos* is to consider as a general indicator of mechanical disturbances and high radiation input to the forest floor. N-inputs from fertilization and/or immission have to be regarded as additional factors.

The maximum abundance of *Prunus serotina* is observed in the more mesotrophic part of the forest, but dense shrublayers can be found on dystrophic soils as well. In general the pattern of occurrence of the introduced black cherry seems still to reflect planting activities to a high degree, which occurred in the first half of this century. It is to conclude that this species has not reached its potential range. The actual repress of *Prunus serotina* by the forest administration is another exogenic factor recently effecting its distribution. Conclusions concerning its ecological niche within forests should therefore not be drawn at the moment.

1. Einleitung

Sowohl das Land-Reitgras *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH (Poaceae) als auch die Spätblühende Traubenkirsche *Prunus serotina* BORKH. (Rosaceae) werden seit

geraumer Zeit als immissionsgeförderte Arten diskutiert (z. B. BERGMANN & FLÖHR 1988). Aus waldbaulicher Sicht sind beide aufgrund ihrer verjüngungshemmenden Wirkung nicht gern gesehen, insbesondere wenn es beim einheimischen Land-Reitgras zur Bildung größerer, dicht schließender Herden (z. B. DENGLER 1944) oder bei der aus Nordamerika eingeführten Spätblühenden Traubenkirsche zur Bildung einer geschlossenen Strauchschicht kommt. Um Hinweise auf großräumig wirkende Faktoren zu erhalten, werden Kartierergebnisse zu beiden Arten untereinander sowie mit Daten aus der Forsteinrichtung bzw. Standortkartierung und mit den Harnstoff-Düngemengen verglichen, die in den 70er und 80er Jahren in Teilen der Berliner Forsten (Ost) ausgebracht wurden.

Kartierungen einzelner Arten werden meist unter Aspekten des speziellen Arten- oder Biotopschutzes durchgeführt. Da diese Arten selten sind, stellen Punkt- oder Rasterkarten eine meist hinreichend genaue Repräsentation ihrer räumlichen Verteilung dar. Anders bei häufigen Arten, wie dem Land-Reitgras und der Spätblühenden Traubenkirsche, die auch bei hochauflösenden Rastern so gut wie in jedem Teilareal (z. B. jeder Forstabteilung) vorkommen. Um für diese Arten ein differenziertes Bild ihrer mengenmäßigen Vorkommen im Ostteil der Berliner Forsten (ca. 9000 ha) zu gewinnen, wurden diese mit Hilfe eines an die Abundanzschätzung bei BRAUN-BLANQUET (1964) angelehnten, flächenrepräsentativen Verfahren erfaßt.

Erst Kartierungen, die sich auf historische Referenzdaten beziehen lassen, eignen sich für zeitbezogene Aussagen über Ausbreitungs- oder Rückgangsvorgänge bei Pflanzenpopulationen. Anhand zweier Gebiete aus dem Westteil der Berliner Forsten wird das *Calamagrostis*-Vorkommen in Vegetationsaufnahmen von 1986 mit Referenzdaten aus 1955/56 verglichen, um daraus Aussagen zur räumlichen Dynamik dieser Art in den betreffenden Revieren abzuleiten. Für *Prunus serotina* läßt die Datenlage einen solchen Vergleich nicht zu.

2. Das Untersuchungsgebiet

Der Raum Berlin wird vom Warschau-Berliner Urstromtal durchzogen, an das sich südlich die Geschiebelehmhochfläche des Teltow und nördlich die des Barnim anschließt. Entsprechend dem generellen Landnutzungsschema erhielten sich die Wälder hauptsächlich auf den ackerbaulich wenig ertragfähigen Sanden im Urstromtal oder in Bereichen mächtigerer Sandablagerungen auf den Hochflächen. Hier haben sich meist saure Rostbraunerden, teilweise mit leichten Podsolierungsmerkmalen entwickelt. In Grundwassernähe treten Vergleyungsmerkmale bis hin zu Niedermoorbildungen auf.

Bei einer Jahresmitteltemperatur von 8,9° C fallen im langjährigen Mittel knapp 600 mm Niederschlag (SUKOPP 1990), im Windschatten des Müggelbergs beträgt der Niederschlag jedoch nur noch 560 mm (SCHLAAK 1977).

Boden und Klima bedingen die für weite Teile des mittelbrandenburgischen Trockengebietes typische Wald-/Forstvegetation, als deren Leitgesellschaft auf armen Böden der Kiefern-Traubeneichenwald (Pino-Quercetum s.l.) anzusehen ist (SCAMONI 1958). Nur auf begünstigten Standorten (Grundwassereinfluß oder höhere Lehm-/Schluffanteile) hat die Buche Anteil am Aufbau der Wälder.

3. Methoden

3.1 Kartierung der Fokusarten

Vom 9. 10. 1991 bis zum 7. 2. 1992 wurden die Wege zwischen allen mit Wald bestandenen Abteilungen (= Jagen im Berliner Sprachgebrauch) im Ostteil Berlins derart abgegangen, daß jeweils die Längsseiten aneinander grenzender Abteilungen hinsichtlich des Auftretens von *Calamagrostis epigejos* und *Prunus serotina* begutachtet werden konnten. Sonderstandorte wie Abraumhalden, Sportflächen, Parke, Rieselfelder etc. wurden nicht bearbeitet, auch wenn sie verwaltungsmäßig zu den Berliner Forsten gehören.

In Waldbeständen und Aufforstungen wurden längs der Wege fortlaufend Bereiche mit homogenem Aufwuchs der jeweiligen Fokusart bei einer Mindestauflösung von 10 m Weglänge und einer Einblicktiefe von ca. 50 m (bei Kahlschlägen und jungen Aufforstungen auch mehr) abgegrenzt und auf diesen ihre Abundanz geschätzt. Mit diesem Verfahren werden zwischen 20 und 30 % der einzelnen Abteilungsfläche hinsichtlich der Abundanz der jeweiligen Fokusart beurteilt. Da bei einigen Durchquerungen einzelner Abteilung weder bei der *Calamagrostis*- noch bei der *Prunus*-Abundanz systematische Rand-Innenbereich-Gradienten festgestellt werden konnten, sind die so gewonnenen Daten als flächenrepräsentativ anzusehen.

Die Deckung von *Calamagrostis epigejos* wurde vor Ort in 5 %-Intervallen geschätzt. Bei Deckungsgraden unter 5 % wurde die Art des Vorkommens (diffus verteilte Einzelpflanzen oder herdenweises Auftreten) notiert. Wenn es innerhalb des 50 m tiefen Einblickbereichs zu großen Diskontinuitäten in der Deckung kam, so wurde diese entsprechend erfaßt.

Lineare Vorkommen an Wegen, Straßen, auf Schneisen etc., die nicht als Waldstandorte im engeren Sinn anzusehen, jedoch mit Forsten im allgemeinen verknüpft sind, wurden ebenfalls notiert. Diese Land-Reitgrasbestände sind als Diasporenquelle für die benachbarten Gehölzbestände von Bedeutung. Sie wurden bei der rechnerischen Auswertung nicht berücksichtigt. Der herbst- bzw. winterliche Erhebungszeitraum wirkte sich nicht auf die Güte der *Calamagrostis*-Kartierung aus. Das im Winter gelbe bis braune Gras war wegen der Blattlosigkeit der Laubgehölze in den Beständen z. T. sogar besser zu erkennen als zu einem früheren Zeitpunkt.

Bei *Prunus serotina* wurden ebenfalls nur Vorkommen in Waldbeständen und Aufforstungen kartiert. Wie bei *Calamagrostis* wurden Diskontinuitäten innerhalb des 50 m-Einblickbereichs z. B. bei Kulissenpflanzungen entspechend notiert. Die Gesamtdeckung von *Prunus serotina* über alle Schichten wurde in 5%-Intervallen geschätzt. Im Regelfall befand sich davon der größte Anteil in der Strauchschicht, ein geringerer in der Krautschicht; nur ab und zu waren auch Bäume vorhanden. Da in aller Regel fließende Übergänge zwischen den Schichten auftreten, wird erst bei höherer räumlicher Auflösung eine Trennung praktisch durchführbar. Trat *Prunus serotina* ausnahmsweise nur in der Krautschicht in höherer Deckung (keine Einzelpflanzen) auf, so wurde dies notiert. Kam die Traubenkirsche zusätzlich oder hauptsächlich in der Baumschicht vor, wurde dies ohne separate Abundanzschätzung vermerkt. Isolierte Einzelpflanzen wurden als solche erfaßt; auch bei ihnen wurde nicht nach Schichtangehörigkeit differenziert.

Zum Erhebungszeitraum bleibt anzumerken, daß die Erfassung der *Prunus serotina*-Vorkommen ab Ende November vor allem bei Einzelpflanzen oder kleinen Gruppen erschwert war. Auf die abteilungsbezogene Gesamtdeckung nehmen solche Vorkommen jedoch wenig Einfluß. Eine Karte zum Kartierzeitraum für die einzelnen Reviere, die eine Einschätzung der Kartiergüte zuläßt, findet sich in SEIDLING (1993).

Die Erhebungen erfolgten auf Topographischen Karten im Maßstab 1 : 10 000. Anhand dieser Feldkarten wurden Verbreitungskarten auf der Grundlage aktueller Forstkarten (M. 1 : 10 000) für beide Arten getrennt erstellt (Ausschnitte Abb. 4, 5, 7, 8, 12, 13, Originale im Institut für Ökologie der TU Berlin, FG Ökosystemforschung und Vegetationskunde). Die Schätzwerte wurden auf einen dem jeweiligen Einblickbereich entspechenden, wegbegleitenden Streifen bezogen. Bei *Calamagrostis* wurde der Wuchstyp (Einzelhorst oder Herde) und lineare Vorkommen entlang von Wegen etc. zusätzlich kenntlich gemacht, ebenso bei *Prunus* zusätzliche Vorkommen in der Baum- bzw. exklusive Vorkommen in der Krautschicht. Isolierte Einzelpflanzen wurden als schmale Bänder der niedrigsten Deckungskategorie dargestellt.

Um abteilungsbezogene Angaben zur Deckung beider Arten zu erhalten, wurden pro Abteilung und Art sämtliche zu einem Deckungs-Intervall gehörenden Weglängen addiert und zur untersuchten Gesamtweglänge ins Verhältnis gesetzt. Die so erhaltenen Anteile der Deckungsgrad-Klassen pro Abteilung waren Ausgangspunkt für die weitere Mittelung, indem ein mit dem jeweiligen Flächenanteil der Intervalle gewichteter Mittelwert berechnet wurde:

$$D_w = \Sigma(d_n * a_n) / \Sigma a_n$$

D_w: abteilungsbezogener gewichteter Mittelwert der Deckung [%]
d_n: Wert des n-ten Deckungsintervalles [%]
a_n: Anteil des n-ten Deckungsintervalles [m/m]

3.2 Ermittlung der zeitlichen Abundanzänderung von *Calamagrostis epigejos*

237 Vegetationsaufnahmen aus den Jahren 1955/56, die in den Revieren Tegel-Nord und Tegel-Süd aufgenommen worden waren, wurden 1986 wiederholt (SEIDLING 1990: 148ff.). Diese Datensätze wurden hinsichtlich des Vorkommens von *Calamagrostis epigejos* ausgewertet und die Ergebnisse durch Karten dargestellt.

3.3 Statistische Berechnung zum Zusammenhang Fokusarten - Umweltparameter

Die abteilungsweise gemittelten Deckungsgrade der Fokusarten (bei *Calamagrostis* ohne Vorkommen in waldbegleitenden Biotopen) wurden zwecks Annäherung an eine Normalverteilung $\sqrt{}$-transformiert und dann zu folgenden, ebenfalls abteilungsbezogen umgerechneten Parametern aus dem DS (Datenspeicher) WALDFONDS durch Regressionsberechnungen in Beziehung gesetzt:

1. der Flächengröße der Abteilungen (A, [ha]) als unabhängig gedachte Variable;
2. der Zahl der Unterabteilungen (n) als Maß für die Zerteiltheit einer Abteilung, ebenso der durchschnittl. Größe der Unterabteilungen der jeweiligen Abteilung (A/n, [ha]);
3. dem gewichteten Mittel des Alters der Bestände einer Abteilung (a [y]);
4. dem überschlägig gemittelten Volumenschluß aller Bestände einer Abteilung (Vol.);
5. dem überschlägig gemittelten Mischungsverhältnis aller Bestände einer Abteilung (Misch.: 1: reiner Kiefern-(Nadelholz-)bestand, 2: reiner Laubholzbestand, für die Berechnungen ln-transformiert);
6. der von 1977 bis 1985 ausgebrachten Menge an Stickstoff (in Form von 43-46%igem Harnstoff-Handelsdünger) pro ha; zur Gesamtmenge an Stickstoff pro ha wurde eine Karte (Abb. 1) erstellt;
7. einer pro Abteilung gewichtet gemittelten Nährkraftzahl, abgeleitet aus den Nährkraftstufen der Stamm-Standortsgruppen (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM 1977);
8. einer pro Abteilung gewichtet gemittelten Feuchtezahl, abgeleitet aus den Feuchtestufen der Stamm-Standortsgruppen (VEB FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM 1977).

Bei den statistischen Berechnungen kamen einfache und multiple Regressionsverfahren zur Anwendung. Die Berechnungen erfolgten mit SPSS/PC+.

Abb. 1: Summe von 1977 bis 1985 ausgebrachter Stickstoffmengen [kg N ha^{-1}] nach Angaben von BUDZINSKI (unveröff.)

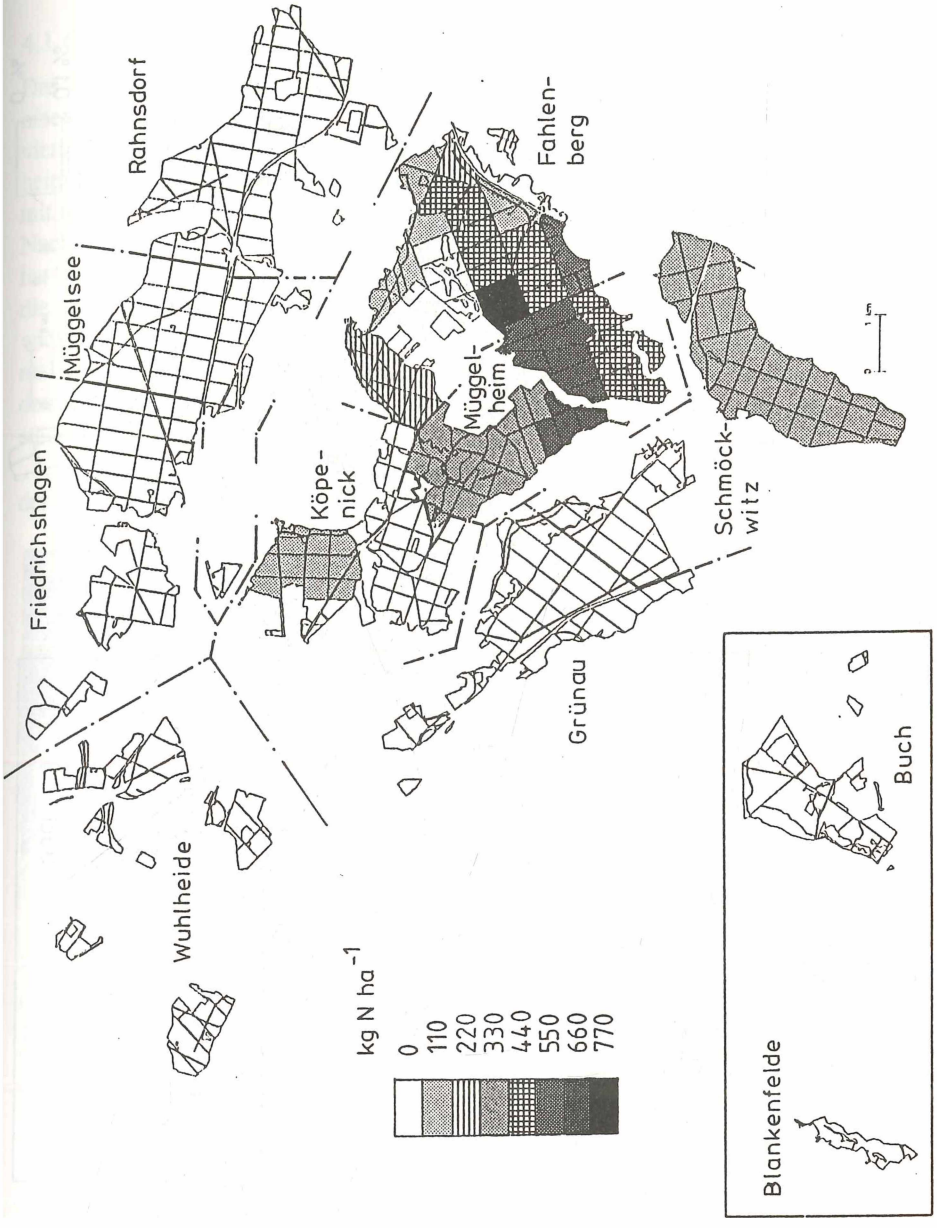
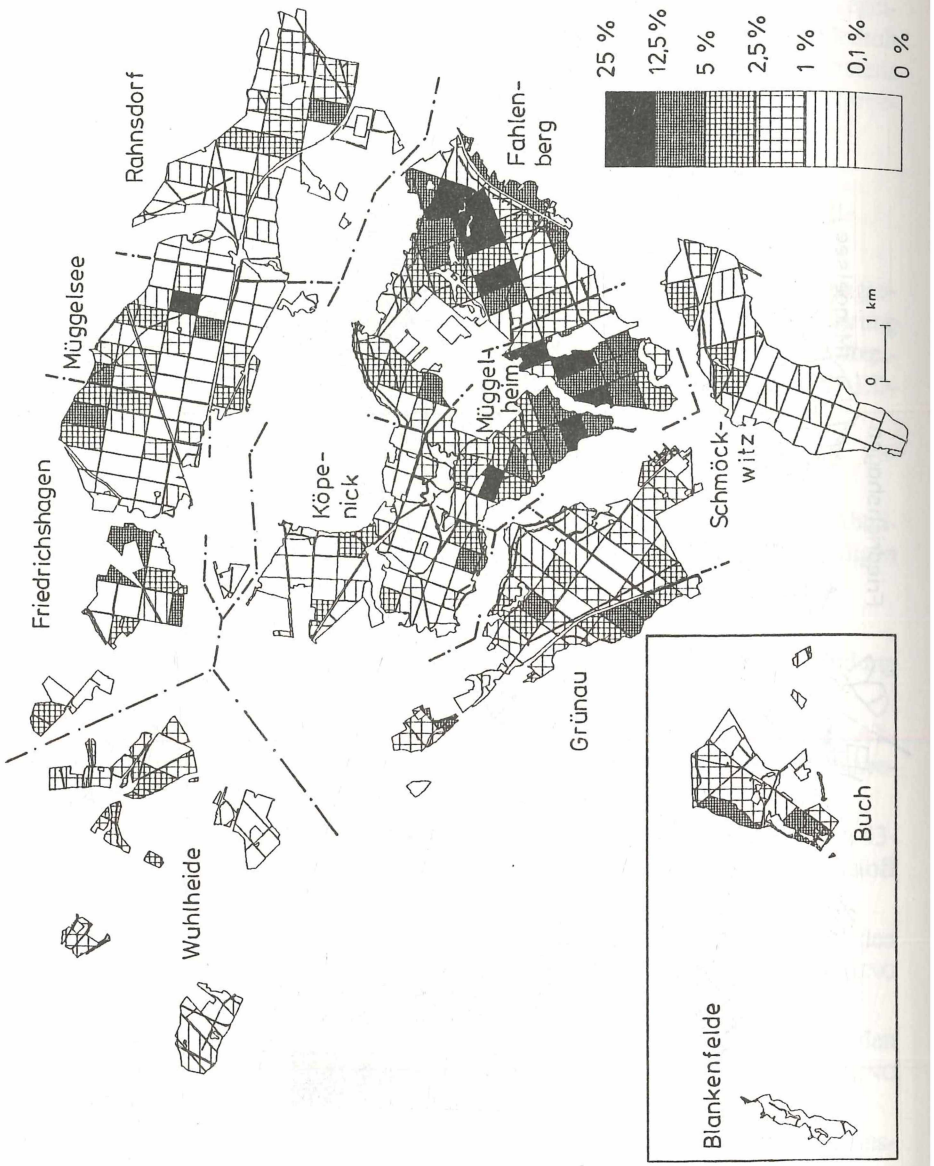


Abb. 2: Mengenmäßiges Auftreten (% Deckung) von *Calamagrostis epigejos* in den mit Wald bestandenen Flächen der Berliner Forsten (Ostteil)



4. Ergebnisse

4.1 *Calamagrostis epigejos* in den Forsten im Ostteil Berlins

Das Land-Reitgras besitzt innerhalb der Bestände im Ostteil der Berliner Forsten einen deutlichen Schwerpunkt seiner Verbreitung im südlichen Bereich des Reviers Fahlenberg und im westlich daran angrenzenden Teil des Reviers Müggelheim (Abb. 2). Hier findet sich eine Reihe meist zusammenhängender Abteilungen mit mittleren Deckungen von über 12,5 % und weitere aus der Kategorie 5-12,5 %. Nach mündlicher Mitteilung des Forstamtsleiters Herrn KRÜGER (FA Köpenick) hat sich in den Revieren Müggelheim und Fahlenberg der Grasbewuchs - also auch die dort vorhandenen *Avenella flexuosa*-Rasen - erst im letzten Jahrzehnt entwickelt. SCHWENKE (1952) wies 1950/51 für große Teile dieses Bereichs, dem damaligen Revier Unterspree, einen "Moos-Flechtentyp des Kiefernwaldes" aus, in dem *Calamagrostis* nicht auftrat, so daß das Entstehen der *Calamagrostis*-Bestände wirklich neueren Datums zu sein scheint.

Höhere Deckungsgrade erreicht *Calamagrostis* noch in einzelnen Abteilungen der Reviere Müggelsee, Friedrichshagen und Buch. Wenig *Calamagrostis* kann in



Abb. 3: *Calamagrostis epigejos*-Horst im flächendeckenden *Avenella flexuosa*-Rasen unter ca. 85jähriger Kiefer (Berlin-Köpenick, Revier Fahlenberg, Abt. 170)

den Beständen der Reviere Schmöckwitz, Köpenick und Blankenfelde gefunden werden, wo die Art zwar stets vorhanden ist, aber in vielen Abteilungen nur Deckungen von weniger als 0,1 % aufweist.

Die kleinräumige Verteilung wird anhand dreier Ausschnitte exemplarisch gezeigt: Charakteristisch für das Hauptverbreitungsgebiet in den Revieren Fahlenberg und Müggelheim mit den hier fast durchgängig vorkommenden, lichten Kiefernbeständen mittleren Alters sind rundlich begrenzte, nahezu reine Reitgras-Bestände, deren Durchmesser meist um 10 m betragen (Abb. 3). Diese 'Flecken' (Clone?) sind in einen flächenhaft verbreiteten, artenarmen *Avenella flexuosa*-Rasen eingebettet. OINONEN (1969) hat im südlichen Finnland aus der Größe solcher *Calamagrostis*-Flecken auf deren Alter geschlossen. Bei der von ihm angenommenen radialen Wachstumsrate solcher *Calamagrostis*-Flecken von 0,125 m a^{-1} ergäbe sich für die oben genannten Durchmesser ein Alter von 80 Jahren, was in diesem Fall in etwa dem Alter der Kiefern-Bestände entspricht. Da dann aber zur Zeit

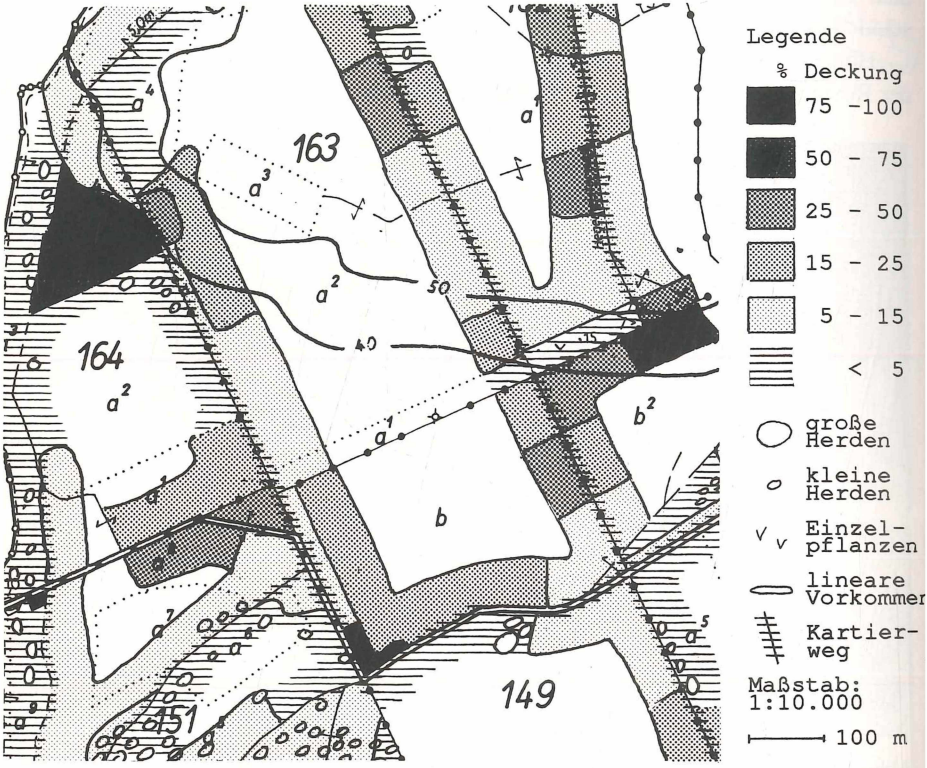


Abb. 4: Modifizierter Ausschnitt (Forstrevier Müggelheim, Berlin-Köpenick) aus der Verbreitungskarte von *Calamagrostis epigejos* (M. 1 : 10 000)

der Vegetationserhebungen durch SCHWENKE die Land-Reitgras-Flecken bereits die Hälfte der heutigen Größe hätten erreicht haben müssen, ist diese Datierung mit Zweifel behaftet. Letztendlich könnten erst Detailuntersuchungen mehr Klarkeit über die Genese der Land-Reitgras-Bestände in diesem Forstgebiet bringen. Die Zahl der *Calamagrostis*-Flecken pro Flächeneinheit kann beträchtlich variieren und bestimmt dadurch den Deckungsgrad pro Wegabschnitt. Neben dieser charakteristischen Struktur finden sich in diesem Gebiet auch großflächig entwickelte *Calamagrostis*-Rasen. Ein Kartenausschnitt aus dem Revier Müggelheim (Abb. 4) zeigt Beispiele für beide Typen des Auftretens.

Der Kartenausschnitt in Abb. 5 faßt zwei ebenfalls typische *Calamagrostis*-Habitate zusammen. In der Unterabteilung 177 a^3 tritt der typische *Calamagrostis epigejos*-Bewuchs (hier mit 5-15 % Deckung) einer Kiefernpflanzung auf, während in der Fichtenpflanzung der Unterabteilung 181 a^6 *Calamagrostis* in noch höherer Deckung (15 - 25 %) vorkommt. In der Unterabteilung 177 a^2, die im NSG

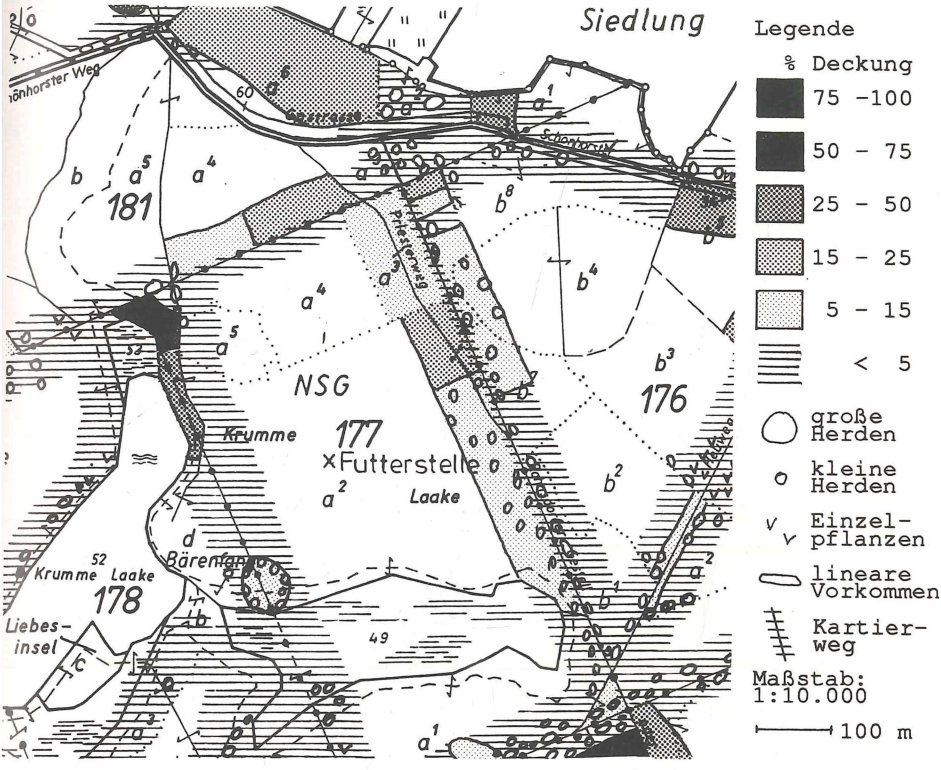


Abb. 5: Modifizierter Ausschnitt (Forstrevier Fahlenberg, Berlin-Köpenick) aus der Verbreitungskarte von *Calamagrostis epigejos* (M. 1 : 10 000)

Krumme Laake liegt, wurde unter einem lichteren Kiefern-Altholzschirm der Waldboden durch flaches Pflügen (zur Einleitung einer Kiefern-Naturverjüngung) gestört. Hier hat sich ein großflächiger *Calamagrostis*-Bestand (Abb. 6) entwickelt. Für den dargestellten Bereich des NSGs gibt HUECK (1942) *Calamagrostis* lediglich "im Jagen 177 bei der Futterstelle" an, wobei die Art auch sonst im NSG Krumme Laake damals nicht häufig war.

Eine weitere typische Situation ist das Auftreten von *Calamagrostis epigejos* an

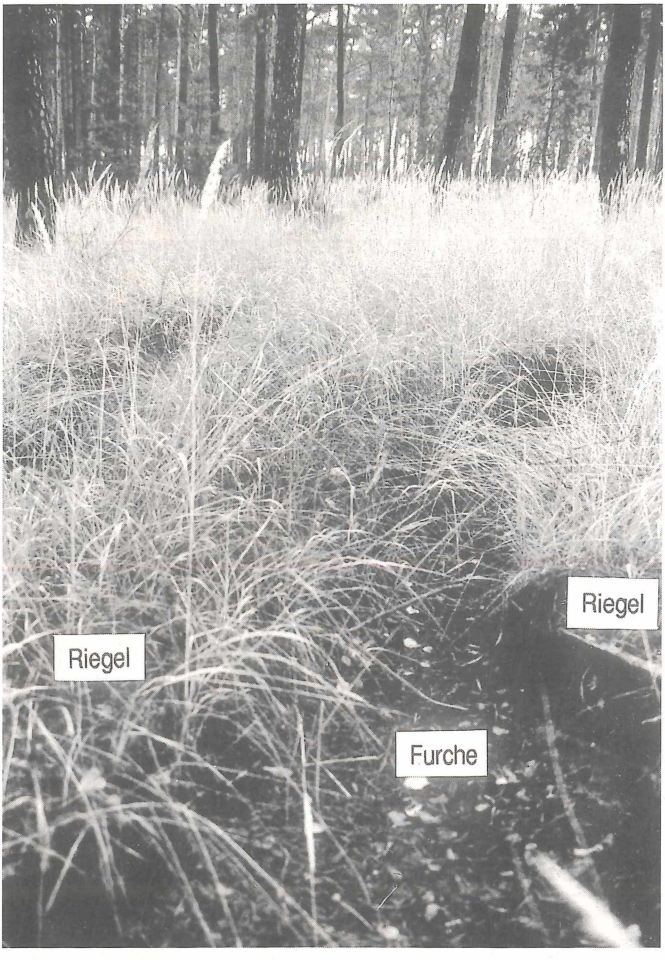


Abb. 6: Krautschicht aus *Calamagrostis epigejos* in Kiefern-Altholz im NSG Krumme Laake (Forstrevier Fahlenberg, Berlin-Köpenick, U-Abt. 177 a^2, vgl. Abb. 5) nach oberflächlichem Pflügen; insbesondere die Pflugriegel sind bewachsen.

Waldrändern ohne Waldmantel. Der Bereich mit dem sehr dichten *Calamagrostis*-Bewuchs auf Abbildung 7 liegt in einem lichten Birkenbestand am Rand eines ehemaligen Rieselfeldgeländes. Hier, an der Nordwestkante des Bucher Forstes, sind Grundwassernähe und N-reiche Sickerwässer als weitere fördernde Faktoren anzusehen, da sonst in ähnlicher Waldrandlage das Land-Reitgras keine dermaßen dichten Bestände bildet.

Schließlich lassen sich in allen Revieren, auch dort wo das Land-Reitgras sonst nur niedrige mittlere Deckungen innerhalb der Bestände besitzt, auf Versorgungstrassen (Gas, Wasser, Elektrizität), Straßenrandbereichen, aber auch an Wegrändern häufig dichtere *Calamagrostis*-Bestände finden (Abb. 8). Diese Vorkommen wurden bei der Erstellung der Karte (Abb. 2) und den Berechnungen (Kap. 4.4.1) nicht berücksichtigt.

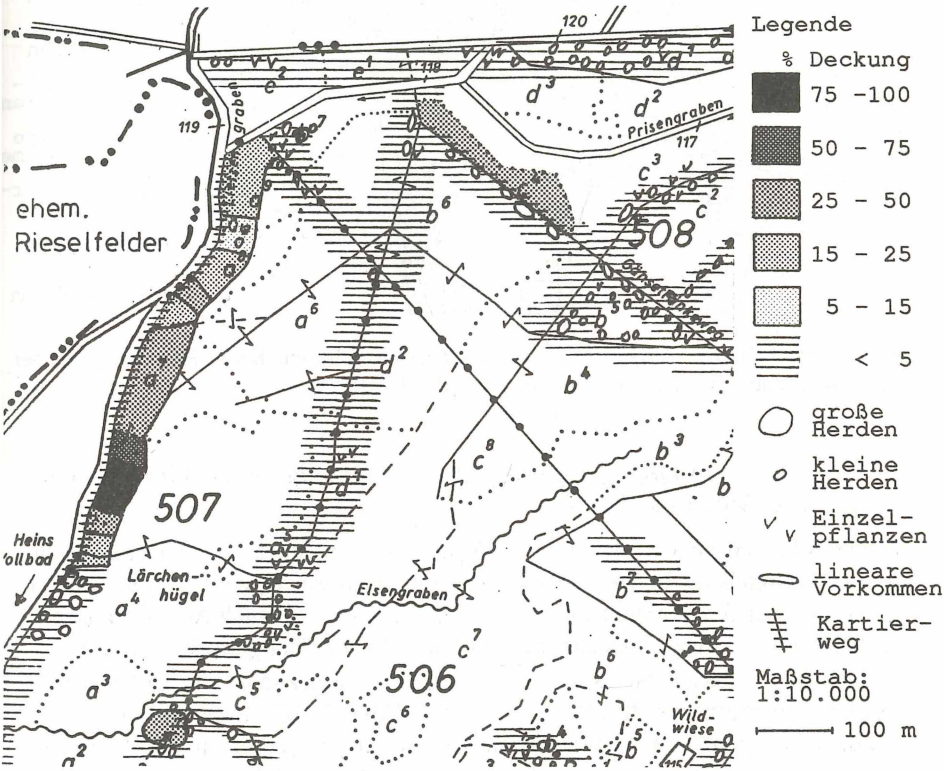


Abb. 7: Modifizierter Ausschnitt (Forstrevier Buch, Berlin-Pankow) aus der Verbreitungskarte von *Calamagrostis epigejos* (M. 1 : 10 000)

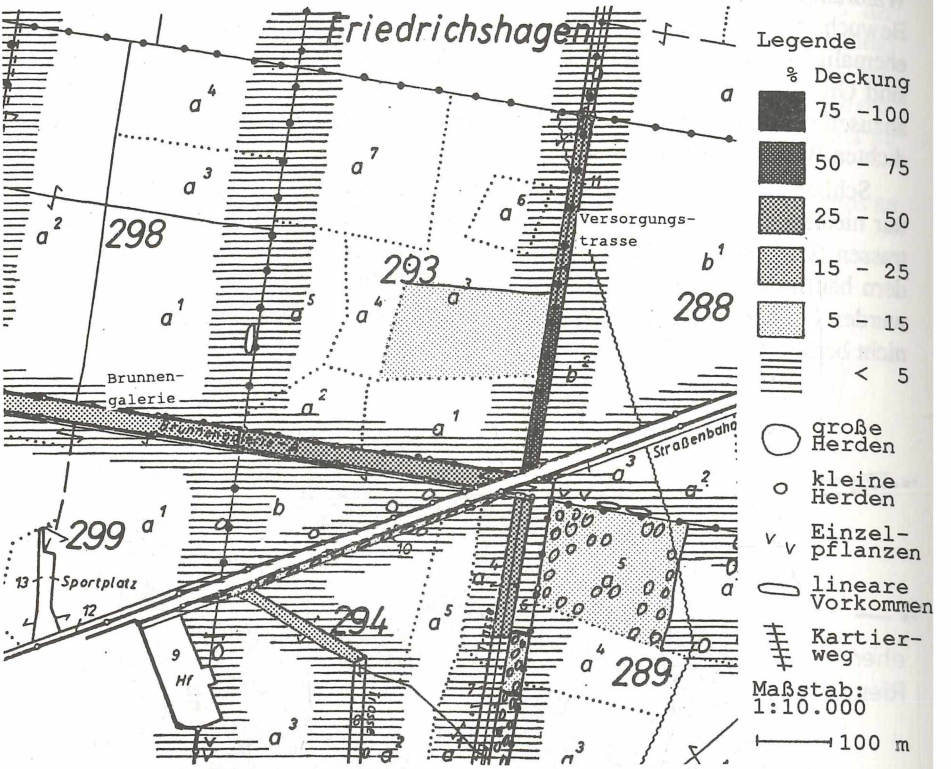


Abb. 8: Modifizierter Ausschnitt (Forstrevier Friedrichshagen, Berlin-Köpenick) aus der Verbreitungskarte von *Calamagrostis epigejos* (M. 1 : 10 000)

4.2 *Calamagrostis epigejos*-Metapopulationen in den Forsten im Westteil Berlins 1955/56 und 1986

Wiederholungen von lokalisierbaren Vegetationsaufnahmen am gleichen Ort lassen bei ausreichend hoher Dichte der Aufnahmen Aussagen zur Abundanzentwicklung einer Art in einem Gebiet zu. Indirekt können so auch Aussagen über die zeitliche Entwicklung pflanzenrelevanter Umweltparameter getroffen werden.

In beiden Untersuchungsgebieten läßt sich ein Rückgang von *Calamagrostis epigejos* innerhalb von 30 Jahren feststellen (Abb. 9, 10). Dies gilt sowohl hinsichtlich der Zahl von Vegetationsaufnahmen mit Vorkommen des Land-Reitgrases in beiden Untersuchungsgebieten als auch hinsichtlich des Deckungsgrades innerhalb der Vegetationsaufnahmen. Während 1955 im Revier Tegel-Nord das Land-Reitgras noch auf vielen Aufnahmeflächen mit Deckungsgraden > 2 vorkam,

Abb. 9: Verbreitung von *Calmagrostis epigejos* 1955 und 1986 im Forstrevier Tegel-Nord (Berlin-Reinickendorf)

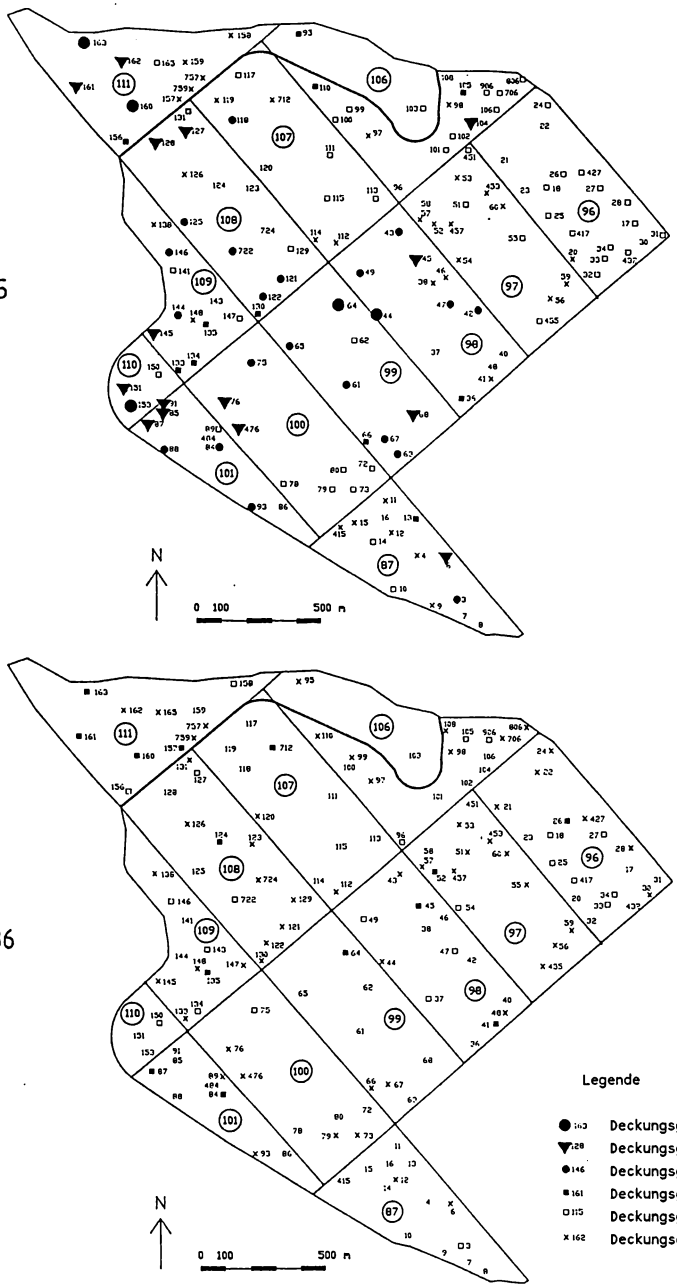
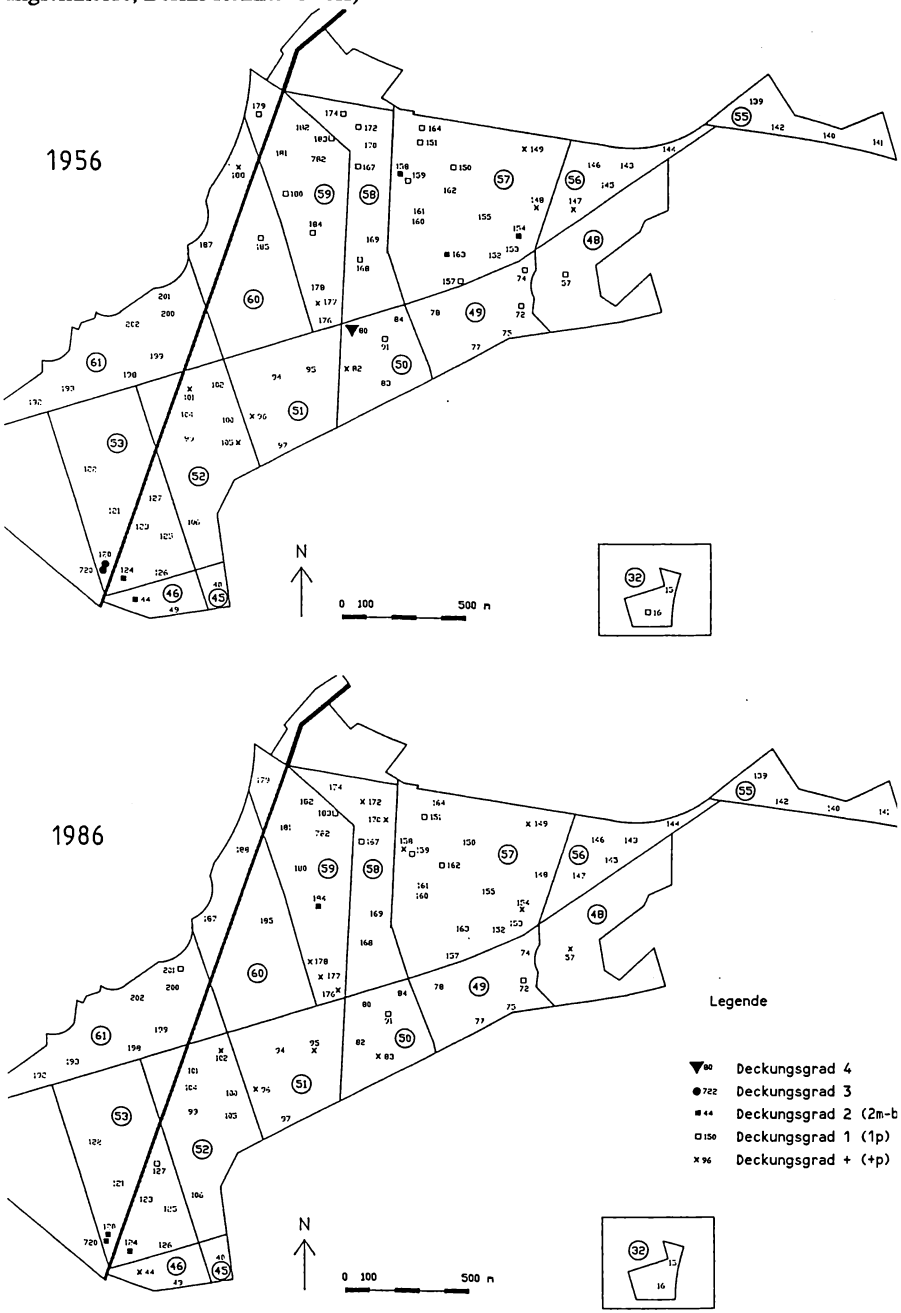


Abb. 10: Verbreitung von *Calmagrostis epigejos* 1955 und 1986 im Forstrevier Tegel-Süd (Jungfernheide, Berlin-Reinickendorf)



ist dies 1986 nicht mehr der Fall. Im Revier Tegel-Süd war *Calamagrostis epigejos* schon 1956 nur in drei Vegetationsaufnahmen mit einem höherem Deckungsgrad vertreten; trotzdem ist auch in diesem Revier das Vorkommen weiter zurückgegangen. In beiden Untersuchungsgebieten waren die Vegetationsaufnahmen, die die Art enthalten, zu beiden Zeitpunkten dispers über die gesamte Fläche verteilt, während andere, hier nicht behandelte Arten (siehe SEIDLING 1990) standortspezifische Häufungen ihrer Vorkommen aufweisen.

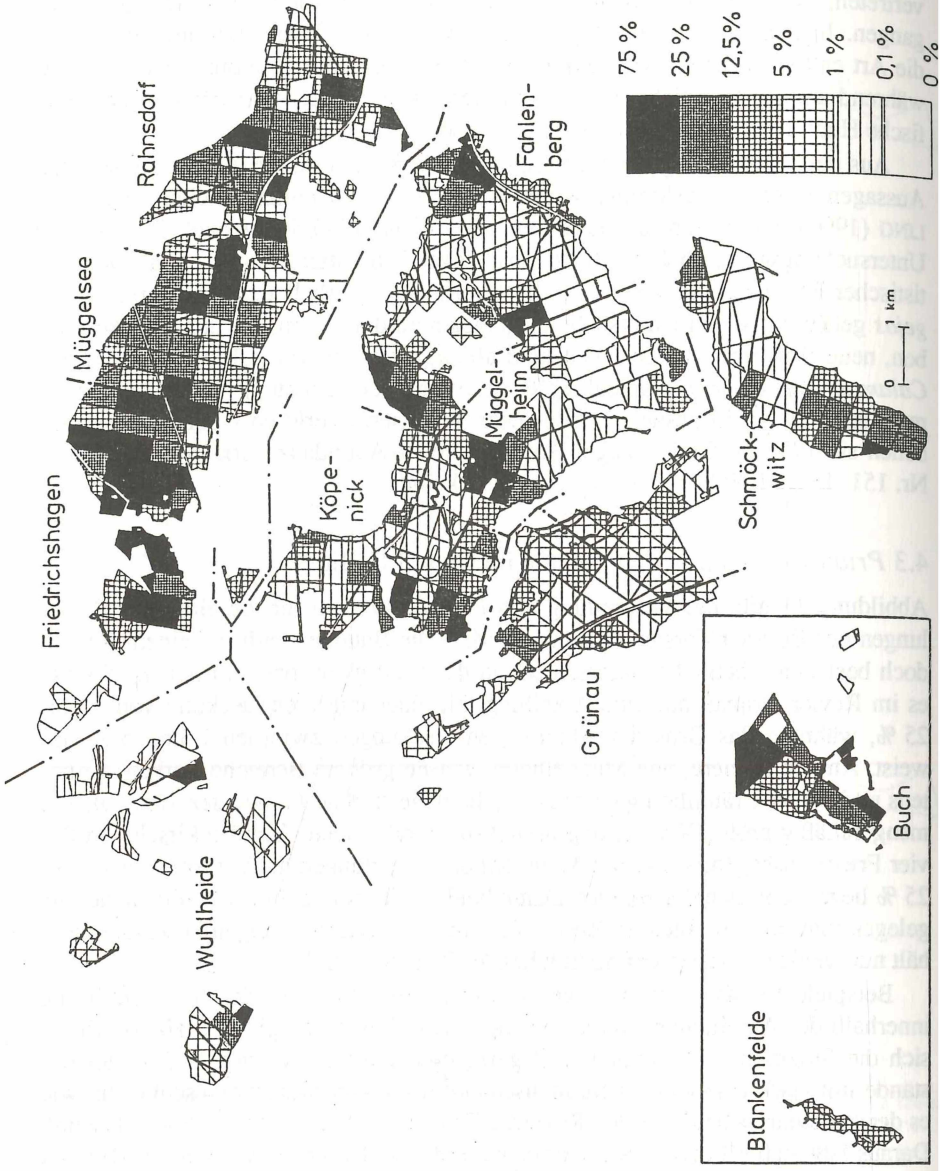
Aus der Veränderung des Verbreitungsmusters einer Art in der Zeit lassen sich Aussagen zu deren Ausbreitungs- und Überdauerungspotential ableiten. Bei SEIDLING (1990) finden sich für alle Arten, die sowohl 1955/56 als auch 1986 in den Untersuchungsgebieten Tegel-Nord bzw. Tegel-Süd gefunden wurden, anhand statistischer Parameter Angaben zum diesbezüglichen Verhalten. *Calamagrostis epigejos* gehört in beiden Untersuchungsgebieten zu den Arten, die die Fähigkeit haben, neue Wuchsorte zu besiedeln und alte aufzugeben. Diese Eigenschaft ist für *Calamagrostis epigejos* als Schlagpflanze von großer Bedeutung. Im gleichen Zeitraum hat die Art insgesamt jedoch mehr Wuchsorte verloren - auch solche, auf denen sie 1955 im Gebiet Tegel-Nord mit hoher Abundanz vorkam (z. B. Aufn.-Nr. 151, 153, 91, 85) - als sie neu besiedeln konnte.

4.3 *Prunus serotina* in den Forsten im Ostteil Berlins

Abbildung 11 gibt die Verbreitung von *Prunus serotina* für die einzelnen Abteilungen der Berliner Forsten (Ostteil) wieder. Die Baumart fehlt in keinem Revier, doch bestehen erhebliche Unterschiede in der Häufigkeit ihres Auftretens. So gibt es im Revier Grünau nur eine Abteilung mit einer mittleren Deckung von 12 bis 25 %, während das Gros der Abteilungen Deckungen zwischen 1 und 5 % aufweist. Andere Reviere, wie Müggelheim, weisen größere Bereiche starken Auftretens und - davon räumlich getrennt - solche nahezu ohne *Prunus serotina* auf. Die mengenmäßig größte Verbreitung besitzt die Spätblühende Traubenkirsche im Revier Friedrichshagen, wo in der Mehrzahl der Abteilungen der Deckungsgrad über 25 % liegt. Lediglich der Bereich Dammheide, z. T. bereits in der Wuhleniederung gelegen und dort zu einem größeren Teil mit Pappelaufforstungen bestanden, enthält nur wenige Pflanzen der Spätblühenden Traubenkirsche.

Beispiele für das kleinräumige Auftreten der Spätblühenden Traubenkirsche innerhalb der Abteilungen werden in zwei Ausschnitten dargestellt: Häufig findet sich die Situation, daß Bereiche mit geringer *Prunus*-Deckungen (< 5 %) an Bestände mit stark entwickelter Strauchschicht aus Traubenkirsche anschließen, wie es der Kartenausschnitt aus den Revieren Fahlenberg/Müggelheim (Abb. 11) zeigt. Daraus läßt sich schließen, daß Dominanzbestände der Traubenkirsche meist nicht das Resultat eines langsamen Ausbreitungsprozesses sind, sondern daß die Traubenkirsche dort dichte Bestände bildet, wo sie angepflanzt wurde. Anders ließen sich die oft abrupten Grenzen zwischen Bereichen mit hoher und solchen mit oft

Abb. 11: Mengenmäßiges Auftreten (% Deckung) von *Prunus serotina* in den mit Wald bestanden Flächen der Berliner Forsten (Ostteil)



sehr geringer Deckung, wie sie auch in den Revieren mit generell hohem Traubenkirschen-Vorkommen wie Friedrichshagen auftreten, nicht erklären. Andererseits zeugen die Bereiche mit geringer Abundanz von der durchaus vorhandenen, spontanen Ausbreitung der Spätblühenden Traubenkirsche, meist über kürzere Distanzen. Ein Indiz für das zeitlich ältere, weil gepflanzte Vorkommen in den Bereichen mit hoher Deckung ist, daß nahezu nur hier die Spätblühende Traubenkirsche auch in der Baumschicht anzutreffen ist.

Ein stärkeres Auftreten der Spätblühenden Traubenkirsche in siedlungsnahen Waldbeständen findet sich nicht. Nur in einzelnen Fällen grenzen Bestände mit höherer Traubenkirschen-Deckung an Siedlungen, an die sich ein Ausbreitungssaum auf das Forstinnere zu anschließt (Fahlenberg [Abb. 12], Schmöckwitz [Abb. 13]).

Schmale, streifenförmige Anpflanzungen hoher Deckung, wie im Revier Schmöckwitz, Abteilung 2 a^2, gehen mit großer Wahrscheinlichkeit auf graben-

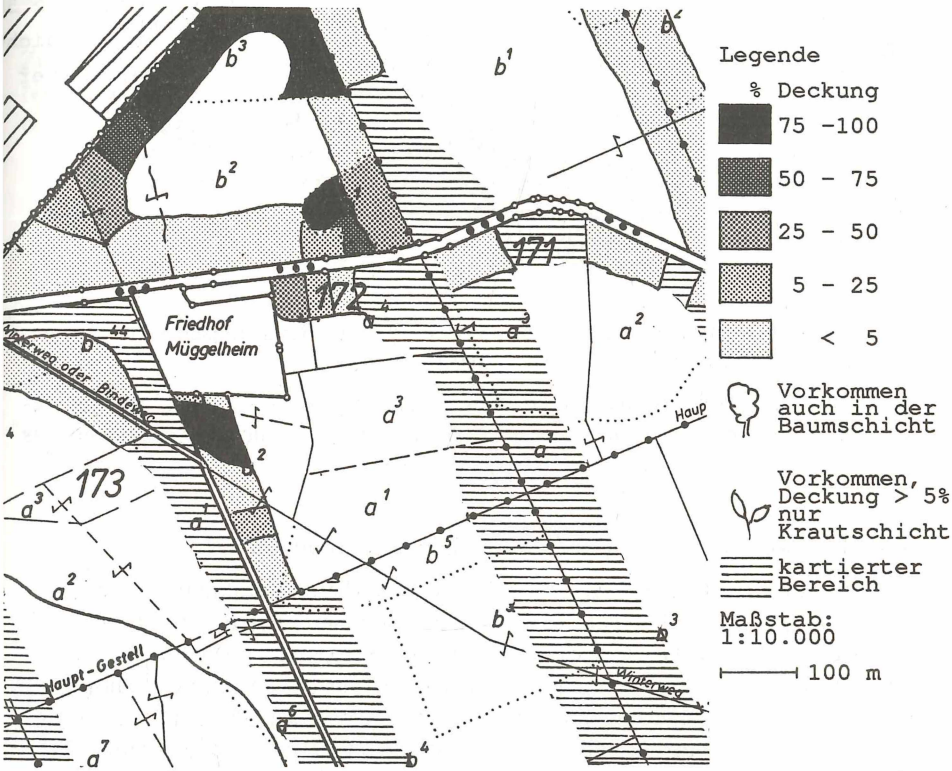


Abb. 12: Modifizierter Ausschnitt (Forstreviere Fahlenberg/Müggelheim, Berlin-Köpenick) aus der Verbreitungskarte von *Prunus serotina* (M. 1 : 10 000)

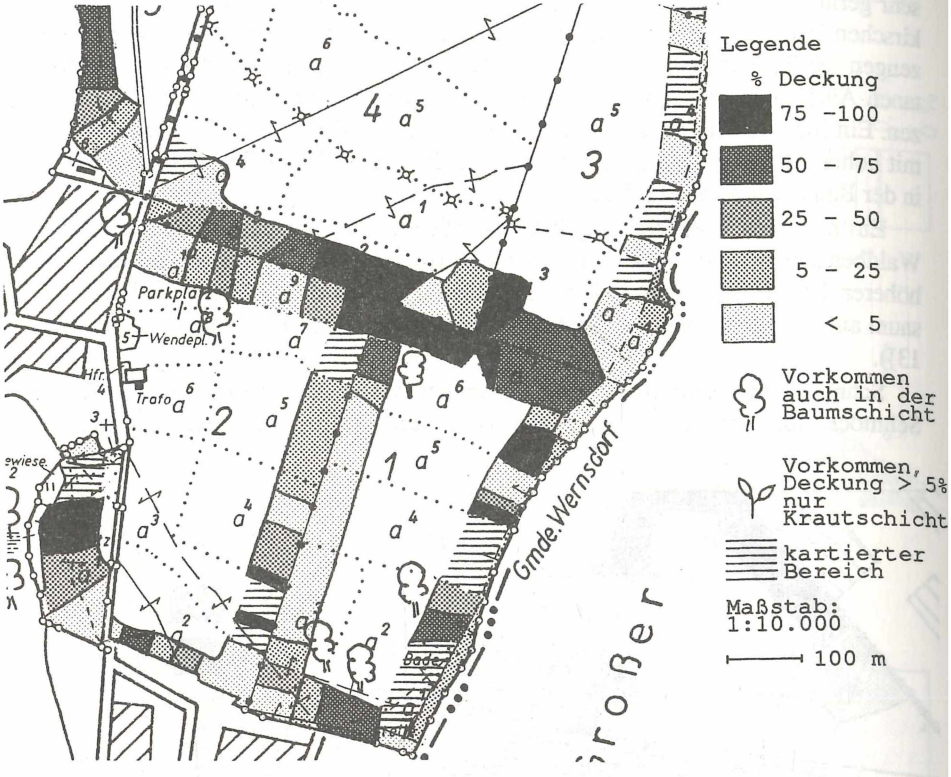


Abb. 13: Modifizierter Ausschnitt (Forstrevier Schmöckwitz, Berlin-Köpenick) aus der Verbreitungskarte von *Prunus serotina* (M. 1 : 10 000)

oder wallbegleitende Pflanzungen zurück (Abb. 13). Bei ausreichend dichter Bestockung der Umgebung mit anderen Bäumen kann in solchen Situationen das *Prunus*-Vorkommen lange scharf begrenzt bleiben.

4.4 Das Auftreten der Fokusarten und Umweltparameter

Um Hinweise auf Umweltfaktoren zu bekommen, die das Vorkommen von *Calamagrostis epigejos* und *Prunus serotina* in den Berliner Forsten (Ostteil) begünstigen, wurden die Ergebnisse der Kartierung auf der Ebene von Abteilungen mit den Daten aus der forstlichen Standortserkundung und aus der letzten Forsteinrichtung verglichen. Diese Angaben stammen aus dem DS WALDFONDS in der Fassung von 1992, dessen Nutzung uns vom Landesforstamt Berlin* gestattet wurde. Wei-

*: Herrn Elmar Kilz danke ich für die Einführung in den DS WALDFONDS.

terhin wurden Angaben über die in den 70er und 80er Jahren durchgeführten Harnstoff-Düngungsflüge ausgewertet, die einem Schriftwechsel zwischen Herrn BUDZINSKI (Berliner Forsten) und Herrn VON DEWITZ (SenStadtUm) entnommen sind.

4.4.1 *Calamagrostis epigejos* und abgeleitete Standortfaktoren

Die Tabelle 1 gibt die Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten zwischen der mittleren Deckung von *Calamagrostis epigejos* und *Prunus serotina* und allen im Kap. 3.3 aufgeführten bestandes- und standortbezogenen Parametern wieder.

Den engsten Zusammenhang zwischen einem Einzelfaktor und der mittleren Deckung von *Calamagrostis epigejos* hat der über die Jahre aufsummierte Düngemitteleinsatz. Dieser hochsignifikante Zusammenhang ist bei einem r von 0,377 (B = 0,142) nicht besonders straff, doch kann bei diesem Ergebnis eine gewisse Förderung dieses Rhizomgrases angenommen werden. Abbildung 14 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

Dazu im Widerspruch scheint der ebenfalls hochsignifikante, jedoch negative Zusammenhang zwischen der Abundanz von *Calamagrostis epigejos* und der Nährkraftzahl zu stehen. Da die Faktoren Düngemenge und Nährkraftzahl nicht unabhängig voneinander variieren, sondern ebenfalls negativ korreliert sind (die

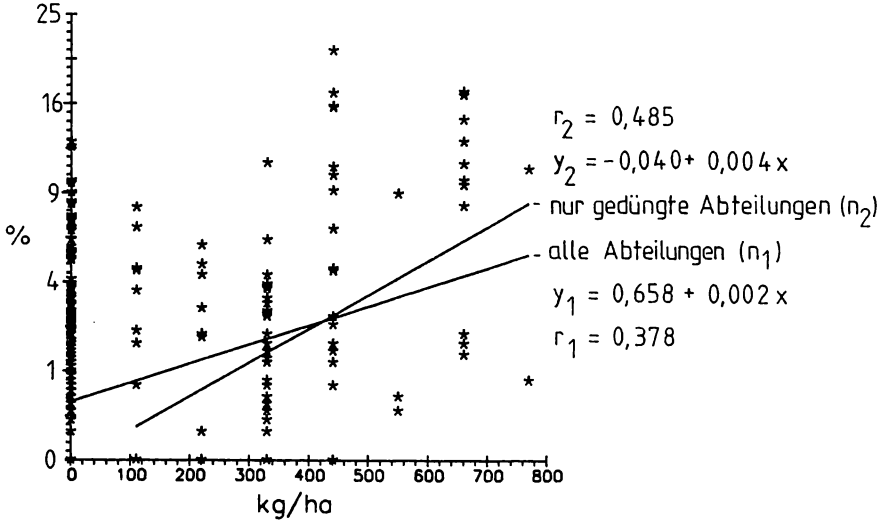


Abb. 14: Mittlere Deckung von *Calamagrostis epigejos* [%] (Skala √-transformiert) über der mit der Harnstoffdüngung in den Jahren 1977 - 1985 eingebrachten N-Menge [kg*ha^{-1}]; $n_1 = 350$, $n_2 = 117$

ärmsten Standorte wurden bevorzugt gedüngt), muß sich dieser Zusammenhang zwangsläufig ergeben.

Tab. 1: Korrelationskoeffizienten (PEARSON) zwischen der mittleren Deckung (√-transformiert) der Arten *Calamagrostis epigejos* (mD-Ca) und *Prunus serotina* (mD-Pr) und modifizierte Angaben aus dem DS Waldfonds; A: Flächengröße, n: Zahl der Unterabteilungen pro Abteilung, a: ø Alter der Bestände, Vol.: ø Volumenschluß, Misch.: ø Mischungsverhältnis (ln-transformiert), N-D: eingebrachte Stickstoffmenge (Düngung), N-Z: ø Nährstoffzahl, F-Z: ø Feuchtezahl; Buchstabe hinter Parameterangabe der Zeilen: a: für alle Abteilungen (n = 350); g: für die gedüngten Abteilungen (n = 117); u: für die undüngten Abteilungen (n = 233); *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$, ***: $p < 0,001$.

		mD-Pr	A	n	a	Vol.	Misch.	N-D	N-Z	F-Z
mD-Ca	a	-0,146**	0,257***	0,143**	-0,136**	0,041	-0,173**	0,378***	-0,221***	0,038
mD-Ca	g	-0,182*	0,383***	0,160*	-0,132	-0,014	-0,003	0,485***	-0,268**	-0,075
mD-Ca	u	-0,011	0,199**	0,177**	-0,221***	0,097	-0,192**		-0,057	0,124*
mD-Pr	a		0,123*	0,072	-0,137**	0,079	-0,017	-0,305***	0,331***	0,078
mD-Pr	g		0,060	0,179*	-0,092	-0,071	0,157*	-0,218**	0,286**	0,159*
mD-Pr	u		0,190**	0,022	-0,103	0,117	-0,170**		0,244***	-0,028
A	a			0,603***	-0,115*	-0,014	-0,098*	0,110*	-0,025	0,122*
A	g			0,536***	-0,236**	-0,102	0,069	0,170*	-0,149	-0,032
A	u			0,627***	-0,100	0,014	-0,113*		0,066	0,164**
n	a				-0,275***	0,030	0,153**	-0,064	0,046	0,268***
n	g				-0,445***	0,067	0,283**	-0,094	-0,036	0,172*
n	u				-0,225***	0,018	0,117*		0,057	0,284***
a	a					-0,158**	0,043	0,127**	-0,078	-0,039
a	g					-0,224**	-0,163*	-0,025	0,008	0,065
a	u					-0,130*	0,146*		-0,044	-0,051
Vol.	a						-0,001	-0,009	0,011	0,115*
Vol.	g						0,089	0,186*	-0,112	0,095
Vol.	u						-0,037		0,031	0,115*
Misch.	a							-0,234***	0,200***	0,121**
Misch.	g							-0,178*	0,130	0,234**
Misch.	u								0,140*	0,082
N-D	a								-0,346***	-0,109*
N-D	g								-0,160*	-0,209*
N-Z	a									0,089*
N-Z	g									0,056
N-Z	u									0,074

Als bestandesbezogene Parameter besitzen sowohl das Mischungsverhältnis der Laub- und Nadelbaumarten als auch das Bestandesalter negative Korrelationskoeffizienten zur Deckung von *Calamagrostis epigejos*. Dies bedeutet, daß sowohl mit zunehmendem Laubholzanteil als auch mit zunehmendem Bestandesalter das Land-Reitgras weniger häufig ist. Dieses Ergebnis läßt sich weitgehend mit der im Westteil der Berliner Forsten zu beobachtenden Entwicklung parallelisieren, wo seit den 50er Jahren aufgrund des zunehmenden Laubholzanteils das Vorkommen dieser Grasart rückläufig ist (Kap. 4.2). Indirekt steht dieser Befund mit der Lichtbedürftigkeit des Land-Reitgrases im Zusammenhang, da ein erhöhter Laubholzanteil in aller Regel einen geringeren Lichtgenuß für die Krautschicht nach sich zieht. Der Grad des Volumenschlusses scheint dagegen ein schlechter Parameter für die lichtklimatische Situation am Waldboden zu sein. Für die höhere Abundanz in jüngeren Forsten könnte außerdem eine Förderung des Rhizomgrases durch die noch nicht so lange zurückliegende Bodenbearbeitung bei Bestandesgründung in Betracht gezogen werden.

Ebenfalls auf das Lichtklima am Waldboden dürfte der negative Korrelationskoeffizient zwischen der Deckung von *Calamagrostis epigejos* und der von *Prunus serotina* zurückzuführen sein. Die dichten Strauchschichten, die letztere aufbauen kann, lassen dem Land-Reitgras kaum eine Entfaltungsmöglichkeit.

Nicht erklärbar ist der positive statistische Zusammenhang zwischen Abteilungsgröße und der Deckung des Land-Reitgrases. Da die Abteilungsgröße mit dem Mischungsverhältnis (Laubholzanteil) negativ korreliert ist, ist davon auszugehen, daß es sich um eine rein statistische Koinzidenz handelt. Ähnlich verhält es sich mit der Anzahl der Unterabteilungen pro Abteilung: Dieser, als Maß für die Zerteiltheit einer Abteilung eingeführte Parameter, weist einen schwachen positiven Zusammenhang zur Deckung von *Calamagrostis epigejos* auf, ist aber ebenfalls mit der Abteilungsgröße korreliert (je größer eine Abteilung, desto mehr Unterabteilungen enthält sie). Eine Auswertung linearer, wegbegleitender *Calamagrostis*-Bestände (die hier ausgespart wurden, vergl. Kap. 3.1) könnte diesbezüglich differenziertere Ergebnisse bringen.

Wenn man die statistischen Berechnungen nur für die gedüngten Abteilungen durchführt (Tab. 1), so bleiben die meisten stochastischen Zusammenhänge bestehen. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *Calamagrostis* und der N-Düngungsmenge wird jedoch noch besser, auch wenn die Bevorzugung ärmerer Standorte unverändert bestehen bleibt. Beachtenswert ist die völlige Entkopplung zwischen dem Mischungsverhältnis und der Abundanz von *Calamagrostis*. Der Grund dürfte in der Homogenität der Bestockung des gedüngten Teils der Berliner Forsten liegen: Gerade hier herrschen weiträumig Kiefernmonokulturen vor, so daß eine Differenzierung hinsichtlich des Mischungsverhältnisses kaum eintreten kann.

Berücksichtigt man nur den ungedüngten Teil der Berliner Forsten (Ost), so

Tab. 2: Revierbezogene Mittelwerte zur Deckung der Fokusarten, zum ø Bestandesalter, zum ø Volumenschluß, zum Mischungsverhältnis, zur Nährkraft- und zur Feuchtezahl; Abk. siehe Tab. 1.

Revier (n Abt.)	mD-Ca [%]	mD-Pr [%]	a [y]	Vol.	Misch.	N-Z	F-Z
Buch (9)	2,7	23,3	56,7	0,98	1,34	2,7	3,5
Blankenfelde (1)	0,0	5,3	54,0	0,90	2,00	2,9	4,6
Wuhlheide (26)	1,3	3,7	70,4	0,84	1,53	2,5	2,0
Friedrichshagen (37)	1,4	24,9	64,8	0,92	1,24	3,0	2,0
Müggelsee (33)	1,5	13,7	62,0	0,94	1,28	3,0	2,0
Rahnsdorf (40)	0,7	13,9	76,6	0,94	1,13	2,7	2,0
Grünau (33)	1,8	15,9	76,1	0,94	1,31	3,0	2,7
Köpenick (43)	0,7	9,8	81,4	0,85	1,39	2,8	2,2
Müggelheim (37)	5,6	7,5	76,7	0,89	1,17	2,3	2,0
Fahlenberg (40)	4,4	9,9	76,1	0,89	1,15	2,4	2,5
Schmöckwitz (51)	0,6	6,1	77,8	0,94	1,12	2,5	2,1
Forsten (Ost) gesamt	2,0	11,9	73,6	0,91	1,25	2,7	2,22

kommt es vor allem zu zwei bemerkenswerten Veränderungen: Für diesen 233 Abteilungen umfassenden Teil ist kein Zusammenhang zur Nährkraftzahl gegeben, wogegen sich ein lockerer positiver Zusammenhang zur Feuchtezahl ergibt. Ersteres dürfte mit dem Wegfall der ärmsten (= gedüngten) Standorte zusammenhängen (vgl. Tab. 2), wodurch die Varianz der Nährkraftzahl zusammenschrumpft, was ihren potentiellen Erklärungswert einschränkt. Der zweite Befund ist für *Calamagrostis epigejos* eigentlich zu erwarten, da bei dieser Art auch von einer gewissen Vorliebe für grundwassernähere Standorte berichtet wird ("bei üppigem Wachstum auf Sand Grundwasser oder nährstoffreichere Schichten anzeigend" HESSMER & MEYER 1969; nach ELLENBERG 1991 Wechselfeuchtezeiger).

Weiterhin besteht für diesen 2/3 aller Abteilungen umfassenden Bereich kein negativer Zusammenhang zwischen der Deckung von *Calamagrostis epigejos* und *Prunus serotina* mehr, auch wenn hier ebenfalls davon auszugehen ist, daß unter entwickelten Traubenkirschenbeständen kein Land-Reitgras zu finden ist. Diese sicher vorhandenen Zusammenhänge werden auf der maßstäblichen Ebene, die ganze Abteilungen zugrunde legt, nicht unbedingt erkennbar.

Die abteilungsbezogene mittlere Deckung von *Calamagrostis epigejos* wurde im Rahmen eines multiplen Ansatzes zu allen vorgenannten Parametern schrittweise in Beziehung gesetzt. Dabei wurde jeweils die unerklärte Restvarianz zum jeweils am besten passenden der übrigen Parameter in Beziehung gesetzt. Dabei zeigt sich, daß bei herausgerechnetem Düngungseffekt das Alter der Bestände zur verbleibenden Restvarianz der *Calamagrostis*-Vorkommen signifikant in einer ne-

Tab. 3: Ergebnisse einer multiplen Regressionsanalyse (BROSIUS 1988) zur Erklärung der mittleren Deckung von *Calamagrostis epigejos* (√-transformiert, unabhängige Variable) im Untersuchungsgebiet; N-D: eingebrachte Stickstoffmenge (Düngung), a: ø Alter der Bestände, n: Zahl der Unterabteilungen pro Abteilung, N-Z: ø Nährstoffzahl

	DF	MS	P			
Regression	4	20,235	0,0000			
Residual	345	0,920				
	B	SE B	b	P	cR^2 (%)	adj. R^2 (%)
N-D	0,00208	0,000292	0,36679	0,0000	37,7	14,0
a	-0,00720	0,002321	-0,15616	0,0021	42,1	17,2
n	0,01952	0,007579	0,12883	0,0104	43,8	18,5
N-Z	-0,26171	0,11911	-0,11262	0,0287	45,1	19,4
Constant	1,68350	0,39670		0,0000		

gativen Beziehung steht (Tab. 3). Hier macht sich die besonders für den ungedüngten Bereich in der einfachen Regeressionsanalyse zum Ausdruck kommende Bevorzugung jüngerer Bestände bemerkbar, die bei der Einbeziehung aller Abteilungen weniger stark zum Ausdruck kommt. Eine geringe Erhöhung des fit (B) wird noch durch die Zahl der Unterabteilungen pro Abteilung und die Nährkraftzahl erreicht, so daß sich insgesamt 20,3 % der Variation der *Calamagrostis*-Deckung erklären lassen. Alle anderen Parameter besitzen keinen weiteren Erklärungswert.

4.4.2 *Prunus serotina* und abgeleitete Standortfaktoren

Die mengenmäßige Verbreitung von *Prunus serotina* in den Berliner Forsten (Ostteil) wird durch die zur Verfügung stehenden Parameter weniger gut erklärt als die des Land-Reitgrases. Wie Tabelle 1 zeigt, besitzt die Spätblühende Traubenkirsche eine zwar hochsignifikante, aber trotzdem nur lockere Bindung an bessere Böden (r = 0,331). Dies hängt hauptsächlich mit ihrem Verbreitungsschwerpunkt in den Revieren Friedrichshagen und Müggelsee zusammen (Abb. 3), wo wuchskräftigere Talsande vorherrschen (vgl. Tab. 2). Anders als das Land-Reitgras besitzt die Spätblühende Traubenkirsche einen negativen Korrelationskoeffizient zur N-Düngegabe, was ebenfalls mit ihrem Verbreitungsschwerpunkt auf den besseren Böden zusammenhängt, die nicht gedüngt wurden.

Noch erwähnenswert ist der zwar sehr schwache, jedoch statistisch abgesicherte negative Zusammenhang zum Bestandesalter. Da auch den Altbeständen im Ostteil der Berlins ein größerer Anteil an Laubgehölzen als potentielle Traubenkirschen-Konkurrenten fehlt, fällt dieser Koeffizient erwartungsgemäß niedrig aus. Bis auf den wiederum eher unerklärlichen positiven Einfluß der Abteilungsgröße

Tab. 4: Ergebnis einer multiplen Regressionsanalyse (BROSIUS 1988) zur Erklärung der mittleren Deckung von *Prunus serotina* ($\sqrt{}$-transformiert = unabhängige Variable) im Untersuchungsgebiet; N-Z: Nährstoffzahl, N-D: eingebrachte Stickstoffmenge (Düngung), Misch.: ø Mischungsverhältnis (ln-transformiert)

	DF	MS	P			
Regression	3	78,274	0,0000			
Residual	346	3,406				
	B	SE B	b	P	cR^2 (%)	adj. R^2 (%)
N-Z	1,19541	0,23096	0,27313	0,0000	33,1	10,7
N-D	-0,00257	0,000570	-0,24101	0,0000	38,8	14,6
Misch.	-1,23876	0,49200	-0,12823	0,0123	40,8	15,9
Constant	0,14952	0,64559		0,8170		

konnte kein weiterer statistischer Zusammenhang festgestellt werden.

Betrachtet man die gedüngten und die ungedüngten Bereiche separat, so ergeben sich meist noch schlechtere statistische Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Spätblühenden Traubenkirsche und den zur Verfügung stehenden Parametern, ohne daß wesentliche neue Bezüge feststellbar wären. Für den Laubholzanteil ergeben sich für die beiden Teilbereiche sogar gegenläufige Ergebnisse, da im gedüngten Bereich ein positiver und im ungedüngten Bereich ein negativer Zusammenhang besteht.

Das multiple Regressionsmodell (Tab. 4) führt bei der Traubenkirsche zu dem Ergebnis, daß über den Einfluß der Bodengüte (Nährkraftzahl) hinaus die N-Düngung negativ mit dem quantitativen Vorkommen dieser Gehölzart verknüpft ist. Dies geht mit den oben gemachten Angaben aus dem einfachen Regressionsmodell parallel. Als weiterer Einflußfaktor erweist sich in diesem Modell das Mischungsverhältnis, welches erwartungsgemäß mit negativem Vorzeichen in die Regressionsgleichung eingeht. Alle anderen Parameter haben keinen weiteren signifikanten Erklärungswert.

5. Diskussion

5.1 Ausbreitungsorientierte und methodische Bemerkungen

Die potentielle Verbreitung einer Pflanzenart ist maximal durch die räumliche Verteilung von ihr besiedelbarer Standorte begrenzt, an denen gewährleistet sein muß, daß Populationen der jeweiligen Art ihren gesamten Lebenszyklus wiederholt durchlaufen und/oder daß sie dort auftretende ungünstige Verhältnisse vegetativ

oder als Same überbrücken können. Eine wesentliche Vorraussetzung, alle potentiellen Wuchsorte zu erreichen, stellt die produzierte Diasporenmenge und deren Mobilität dar. Da die räumlichen Gegebenheiten und damit die potentiellen Wuchsorte auch zeitlichen Veränderungen unterliegen, ist die Verbreitung einer Art in einer Landschaft eine dynamische Größe. Gerade die biologischen Komponenten sollten bei der Ausbreitung und der daraus zu einem gegebenen Zeitpunkt resultierenden Verbreitung einer Art für eine nicht unerhebliche räumliche (und zeitliche) Autokorrelation sorgen, die sich unter Verwendung des Konzepts der Metapopulation beim Vorhandensein adäquater historischer Vergleichsdaten nachweisen läßt (z. B. OUBORG 1993).

Bei *Calamagrostis epigejos* kann von einer weitgehend gesättigten Verbreitung ausgegangen werden (d. h. sie dürfte alle ihr zusagenden Wuchsorte auch erreicht haben), da die Art indigen ist und eine hohe Diasporenmobilität besitzt, auch wenn immer wieder von niedrigen Keimungsraten gesprochen wird (vgl. LEHMANN & REBELE i.V.). Ausbreitungsbedingte Verteilungsmuster auf der hier angesprochenen räumlichen Integrationsebene von Abteilungen bzw. Unterabteilungen dürften sich kaum bemerkbar machen. Beobachtbare Veränderungen der Populationsstruktur eines Gebiets (Metapopulation) (Kap. 3.2) dürften deshalb weitgehend auf Umweltveränderungen und Sukzessionsvorgängen beruhen. Anders bei *Prunus serotina*, einem Neophyten, der erst in diesem Jahrhundert im großen Stil in die Forsten eingebracht wurde und sich noch in einer expansiven Phase befindet. Es kann angenommen werden, daß das Gehölz noch nicht alle potentiellen Wuchsorte erreicht hat, selbst wenn die beobachtbare endozoochore Fernverbreitung (z. B. durch Vögel und Füchse, vgl. STARFINGER 1990) auch in Wäldern eine gewisse Wirksamkeit besitzt. Der Befund, daß sich die Verbreitung der Spätblühenden Traubenkirsche insgesamt schlechter mit den getesteten Standortfaktoren erklären läßt als die des Land-Reitgrases, ist damit plausibel.

An dieser Stelle muß auf ein Problem bei der statistischen Verrechnung der Datensätze hingewiesen werden: Während die vom Flugzeug aus durchgeführten Düngungsmaßnahmen und der Standortfaktor Nährkraftstufe (hier als Funktion geologisch vorgegebener Landschafträume) als großräumig variierend gelten können, und somit die räumliche Auflösung auf der Ebene von Abteilungen als durchaus adäquat anzusehen ist, gilt dies für die untersuchten Strukturmerkmale der Bestände im allgemeinen nicht. Die für die Verrechnung notwendige Mittelung nivelliert die auf der Ebene von Unterabteilungen und darunter bestehenden Unterschiede, wodurch engere Zusammenhänge zwischen diesen Parametern und dem quantitativen Auftreten von *Calamagrostis* weitgehend unentdeckt bleiben müssen. Ähnliches gilt für den Wasserfaktor, der in einem Gebiet mit Dünen und Uferbereichen in einer Größenordnung weit unter der einer Abteilung variiert.

5.2 Bewertung der Vorkommen von *Calamagrostis epigejos*

Vegetationskundliche Arbeiten zur Vegetation eines Landschaftsraumes stellen gute und unabhängige Quellen dar, um Vorkommen und Gesellschaftsanschluß einzelner Arten zu untersuchen. Die Waldgesellschaften aus einer Untersuchung zur "naturnahen" Waldvegetation der östlichen Uckermark (HOFMANN 1965), basierend auf ca. 500 Vegetationsaufnahmen, wurden in einem Feuchte-Trophie Schema angeordnet und die mittlere Stetigkeit von *Calamagrostis epigejos* in den jeweiligen Waldgesellschaften abgegrenzt (Abb. 15). Dabei wird deutlich, daß das Land-Reitgras in geschlossenen Wäldern auf arme, mäßig trockene Standorte beschränkt ist. Zudem kommt es auch dort jeweils in der niedrigsten Deckungsgrad-Kategorie (+) vor. Nur in diesen lichteren Wäldern erhält die Art, deren Lichtzahl nach ELLENBERG (1991) 7 beträgt (Halblichtpflanze, meist bei vollem Licht, aber

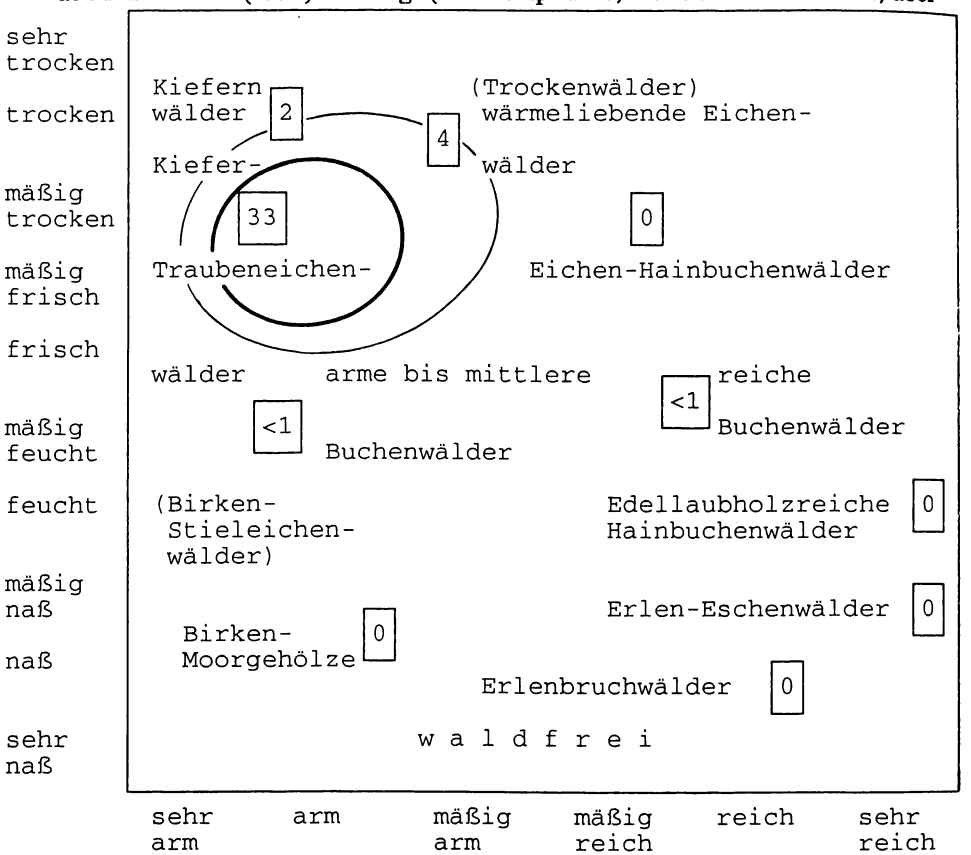


Abb. 15: Ökogramm der naturnahen Waldvegetation der Uckermark, entworfen nach HOFMANN (1965) mit Angabe der mittleren Stetigkeit [%] von *Calamagrostis epigejos* in der jeweiligen Gesellschaftsgruppe; Isocline umschließen in etwa den 1%- und den 10%-Bereich.

auch im Schatten bis etwa 30 % rel. Beleuchtungsstärke), offenbar genug Licht. Anzumerken bleibt, daß in der Uckermark Buchenwälder aufgrund geringerer Sommertemperaturen (Jahresmittel: 8,2°C bei ebenfalls 500 bis 600 mm Niederschlag) im mittleren Bereich des Feuchte-Trophie-Schemas einen größeren Raum einnehmen als in Berlin (vgl. SUKOPP 1990: 123).

Kommt es auf besseren Standorten zum Anbau von Kiefern, deren Kronenschluß den von Laubbäumen nicht erreicht, ändert sich dies. *Calamagrostis* kann unter diesen Umständen auf besseren Standorten dichtere Decken bilden. Bei HOFMANN (1968) ist der Sandrohr(*Calamagrostis epigeios*)-Kiefernforst "häufigere Einheit mit guter bis sehr guter Wuchsleistung der Kiefer (I.-II. Bonität) auf kräftigeren, mäßig frischen Standorten im Bereich anspruchsvollerer natürlicher Hainbuchen- und Buchenwälder". Hierzu paßt die Beobachtung HANSPACHs (1989), der eine Vergrasung von Kiefernforsten durch *Calamagrostis epigejos* u. a. nach Grundwasserabsenkung konstatiert. Auch in diesem Fall kann im Zuge des Abbaus organischer Substanz von zumindest vorübergehend höheren N-Mineralisationsraten ausgegangen werden.

Eine weitere Möglichkeit für das Land-Reitgras, auch auf besseren Böden zu siedeln, stellen künstliche oder natürliche Störungen dar, wenn sie mit einer Auflichtung des jeweiligen Bestandes verbunden sind. Deshalb kommt die Art besonders auf Waldschlägen zur Massenausbreitung. Sie gilt als Differentialart in verschiedenen Gesellschaften der Epilobietea angustifolii. Die Hinweise auf diesen Verbreitungsschwerpunkt finden sich häufig in der Literatur. Schon SCAMONI (1935) berichtet von Massenauftreten des Land-Reitgrases nach Auflichtung sowohl im Bereich einer *Pinus-Aira [Avenella] flexuosa*-Assoziation als auch einer *Pinus-Vaccinum myrtillus*-Assoziation; er spricht von "großen Beständen" im Sarnow, die er als "*Pinus sylvestris-Calamagrostis epigejos*-Gesellschaft" bezeichnet. Auch in diesem Fall beschränkt sich das Auftreten des Land-Reitgrases nicht auf den armen Standortbereich. Nach SCAMONI (1954) ist deshalb auch im Bereich des Buchen-Stieleichenwaldes nach Kahlschlägen mit seiner Massenausbreitung zu rechnen, ebenso wie es sich bei Verlichtung im Stieleichen-Birkenwald und nach SCAMONI (1965) auch im Melico-Fagetum ausbreitet.

Viele der größeren Vorkommen des Land-Reitgrases im Ostteil der Berliner Forsten lassen sich auf künstliche Auflichtung und die damit verbundenen ökosystemaren Veränderungen, wie N-Mineralisation, zurückführen; sie stehen mit der dort bisher praktizierten Kahlschlags- und Umbruchspraxis im Zusammenhang: Innerhalb von jungen Kiefern-Pflanzungen oder in nicht bepflanzten Streifen zwischen den Bewirtschaftungsflächen finden sich oft größere Bestände. Damit geht der Hinweis in der Forstlichen Rahmenplanung (BERLINER FORSTEN 1982) von einem verstärkten Auftreten des Land-Reitgrases nach den kriegsbedingten Einschlägen und den anschließenden Kulturmaßnahmen parallel: Demnach "hatte sich [auf einer dort nicht quantifizierten oder definierten Fläche] ein starker Segge-

wuchs [*Calamagrostis epigejos*] eingestellt, der ein schlimmes Kulturhindernis darstellte". Der Rückgang in den letzten 30 Jahren im Westteil der Berliner Forsten läßt sich dann schlüssig mit dem Bestandeszuwachs, insbesondere mit der Entwicklung einer zweiten Baum- bzw. einer Strauchschicht aus Laubgehölzen erklären, die insgesamt für schattigere Bedingungen am Waldboden gesorgt haben. Diese generelle Waldentwicklung ließ sich auch durch Zeigerwertberechnungen nachvollziehen (SEIDLING 1990: 177f., 206f.). Der Befund, daß im gleichen Zeitraum die Stickstoffzahl im Untersuchungsgebiet Tegel-Nord leicht angestiegen ist, macht darauf aufmerksam, daß ein Ansteigen des Trophiestatus eines Waldes nicht gleichzeitig bessere Bedingungen für das Gedeihen von *Calamagrostis epigejos* schafft.

Nach WAGENITZ-HEINECKE (1958) tritt *Calamagrostis epigejos* in der Sukzession nach Waldbränden besonders nach mäßiger Brandwirkung auf. Daß dieser Faktor zumindest in der jüngeren Vergangenheit der Berliner Forsten (mit ihrem allerdings noch niedrigeren Laubholzanteil) nicht belanglos war, läßt sich aus BORGSDORFF (1960, 1963, 1965) ableiten. Rechnet man seine Angaben hoch, würde es in rund 500 Jahren statistisch einmal auf der gesamten Waldfläche Berlins (West) gebrannt haben, wenn keine Fläche zwei oder mehr mal brennen würde.

Besonders die Entwicklung größerer Herden von *Calamagrostis epigejos* in brandenburgischen Kiefernforsten wird häufiger mit zum Teil luftbürtigen Stickstoffeinträgen (aber auch Ca-Einträgen) in Zusammenhang gebracht (BERGMANN & FLÖHR 1988, HOFMANN & ANDERS 1990, HOFMANN & HEINSDORF 1990, HOFMANN et al. 1990). Nach Forstdüngungsmaßnahmen mit N und besonders mit N und Ca wurde bei sonst gleichen Bedingungen eine Steigerung der Biomasseproduktion bei *Calamagrostis* festgestellt (HEINSDORF 1984). Auch HOFMANN et al. (1990) konnten auf Düngungsparzellen hohe Abundanzwerte des Land-Reitgrases feststellen. Andererseits zeigten BORNKAMM et al. (1993) anhand eines Kiefernforsts, daß 33 Jahre nach Beginn eines Bodenbearbeitungs- und Düngungsversuchs im Spandauer Forst *Calamagrostis epigejos* bei entsprechendem Lichtgenuß vor allem auf den gefrästen Parzellen zur Dominanz kam, während die dort ausgebrachte Kalkmenge sogar negativ mit der Deckung und mit wachstumsbiologischen Merkmale des Land-Reitgrases korreliert war.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stützen die Hypothese einer Förderung des Land-Reitgrases durch N-Düngung insoweit, als von ihm in den am stärksten mit Harnstoff gedüngten Bereichen der Reviere Fahlenberg und Müggelheim (Abb. 1) innerhalb der Bestände die größte Deckung erreicht wird (Abb. 2). Der wenig straffe statistische Zusammenhang weist jedoch darauf hin, daß weitere Faktoren eine Rolle spielen müssen. So kann ein reduzierter Lichtgenuß am Waldboden, wie dies z. B. bei einer entwickelte Strauchschicht aus *Prunus serotina* oder in Dickungen anderer Baumarten der Fall ist, *Calamagrostis epigejos* behindern.

Dies zeigt sich am Revier Schmöckwitz, das ebenfalls mit Harnstoff gedüngt wurde und in dem *Calamagrostis epigejos* keine große Rolle spielt (Abb. 1). Deshalb muß als Voraussetzung für den Erfolg der Art in den Revieren Müggelheim und Fahlenberg das dortige Vorherrschen relativ lichter, einschichtiger Kiefernbestände mittleren Alters (vgl. Tab. 4) gelten.

Das Verhalten des Land-Reitgrases gegenüber Stickstoff muß insgesamt als plastisch gelten. So ist *Calamagrostis epigejos* einerseits in der Lage, die strahlungsbedingt hohen N-Netto-Mineralisationsraten im Boden nach Freistellungen zu nutzen. Sonst wächst die Art nach ELLENBERG (1991) schwerpunktmäßig auf mäßig mit Nährstoffen versorgten Böden (N-Zeigerwert: 6). Und schließlich, wie BORNKAMM (1985) anhand von Untersuchungen eines Vorkommens auf sandigem Rohboden zeigt, kann der N-Bedarf von *Calamagrostis epigejos* auch "außerordentlich gering" sein und nach PYSEK (1977) findet sie sich "auf armen, schnell austrocknenden Stellen".

Nicht außer acht gelassen werden sollte bei einer Beurteilung der Verbreitung des Land-Reitgrases seine Toleranz gegenüber mechanischen Störungen, die es aufgrund seiner ausdauernden Rhizome besitzt. Sowohl Vollumbruch bei Bestandesbegründung als auch Verwundungen des Oberboden zur Beschleunigung der Naturverjüngung in lichten Altbeständen dienen eher der Verbreitung der Art als ihrer Bekämpfung, weshalb z. B. BERGMANN (1993) auch die Bekämpfung mit systemischen Blattherbiziden einer mechanischen Bekämpfung vorzieht. Mit seiner Toleranz gegenüber mechanischen Störungen läßt sich auch ein Teil des Erfolges erklären, den das Land-Reitgras an Straßen und Waldwegen, Brunnengalerien, Gastrassen, Bahndämmen usw. hat. Die Konstellationen der Umweltfaktoren ähneln hier gewissermaßen denen natürlicher und künstlicher Lichtungen.

Auch Erwähnung finden soll die relative Förderung des Land-Reitgrases im Zusammenhang mit chemischen Bekämpfungsmaßnahmen der Bodenvegetation im Zuge von Bestandesbegründungen, da dieses Gras über eine relativ große Toleranz gegenüber herkömmlichen Bodenherbiziden verfügt (z. B. BERGMANN 1965, WEIDNER 1965).

Faßt man die biologischen Eigenschaften von *Calamagrostis epigejos* mit Hilfe des CSR-Models von GRIME (1979) zusammen, so kommen der Art beträchtliche Anteile eines jeden der drei Strategietypen zu. Ihre ruderalen Eigenschaften (Kompensation/Nutzung von mechanischen Störungen) dürften im Vergleich zu anderen Waldbodenpflanzen am besten ausgebildet sein. Zwar treibt sie einen eher geringen reproduktiven Aufwand (LEHMANN & REBELE i.V.) und die Etablierungsrate ihrer Keimlinge wird insgesamt als niedrig eingestuft, doch zeugt die Anwesenheit verschiedener Genotypen innerhalb von Land-Reitgrasbeständen (LEHMANN & REBELE i.V.) von der effektiven Nutzung reproduktiver Fenster (JOHNSTONES 1986). Ihre kompetitiven Fähigkeiten müssen ebenfalls im Vergleich zu anderen Waldbodenpflanzen gesehen werden. Die Möglichkeit relativ hoch zu

wachsen und ein intensives Wurzelwerk zu entwickeln, kommt ihrem Erfolg zugute. Schließlich ist *Calamagrostis* in Anteilen auch eine stresstolerante Art (tolerator), wobei sie Nährstoffarmut (oder hohe Schwermetallgehalte) weitaus besser erträgt als Schatten.

Dies zeigt, daß gerade ein stadtnaher Forst mit seinen vielfältigen Eingriffen und Störungen einer derart flexiblen Art viele Möglichkeiten der Ausbreitung bietet, wie ja auch die hier nicht behandelten ruderalen Vorkommen des Land-Reitgrases belegen (z. B. KLEMM 1966, PYSEK 1977, REBELE & WERNER 1984, KOPECKY 1986, PRACH 1987, PYSEK & PYSEK 1988). Will man die Art nicht weiter fördern, sollten Maßnahmen (z. B. Düngungen, unnötige Auflichtungen, mechanische Störungen) vermieden werden, die eine unter diesen Bedingungen konkurrenzstarke Art zusätzlich fördern.

5.3 Bewertung der Vorkommen von *Prunus serotina*

Die Vorkommen von *Prunus serotina* in den Berliner Forsten deuten eine gewisse Bevorzugung besserer Böden an. Insbesondere im Revier Friedrichshagen, das zusammen mit den Revieren Müggelsee und Grünau die wuchskräftigsten Standorte aufweist (durchschnittl. Nährkraftzahl 3,0, vgl. Tab. 2), findet sich eine größere Zahl von Abteilungen mit hoher Traubenkirschen-Deckung.

Ob dieses Verteilungsmuster das wirkliche standörtliche Optimum der Art zum Ausdruck bringt oder ob dieses eher auf unterschiedliche Anpflanzungsaktivitäten zurückzuführen ist, kann ohne Angaben über Ort, Zeitpunkt und Menge ausgebrachter Pflanzen nicht entschieden werden, zumal dies mit den Angaben über ihre soziologische Eingliederung in das Quercion (AUHAGEN 1983, STARFINGER 1990) nicht ganz konform geht.

Auffällig sind die öfter zu beobachtenden, relativ abrupten Übergänge zwischen Bereichen hoher Abundanz und solchen mit geringem Vorkommen. Dies deckt sich mit Beobachtungen von STARFINGER (1990), der die Ausbreitungsfähigkeit der Spätblühenden Traubenkirsche in geschlossenen Beständen als nicht sehr hoch ansieht, so daß das heutige Verbreitungsmuster noch immer eine enge Korrelation zum Anpflanzungsmuster aufweisen sollte.

Für den Westteil der Berliner Forsten finden sich bei STARFINGER (1990: 40ff.) Karten zur Verbreitung der Art nach den Betriebswerken der Berliner Forsten von 1980. Diese, so der Autor, stellen die damalige Verbreitung der Art jedoch nur "ungefähr" dar. Insgesamt kann für den Westteil, wie für den Ostteil auch, eine ungleichmäßige Verteilung der Häufigkeit der Traubenkirsche vor 1984 mit Schwerpunkten im Grunewald und im Tegeler Forst konstatiert werden. Da im Westteil der Berliner Forsten die Traubenkirsche bereits seit 1984 systematisch entfernt wird, kann aus den vorliegenden Daten nicht mehr auf die aktuelle Verbreitung geschlossen werden. Besonders die Vorkommen in der Baumschicht - z. B. im südli-

chen Grunewald - waren nach STARFINGER schon 1988 "fast gar nicht mehr" vorhanden.

Auch das Auftreten von geschlossenen Traubenkirschen-Beständen unter Kiefer wird in jüngerer Zeit mit N-Einträgen in Zusammenhang gebracht (HOFMANN & HEINSDORF 1990, HOFMANN et al. 1990). Aus der hier vorgelegten Untersuchung läßt sich kein solcher Schluß ziehen, auch wenn im ökosystemaren Rahmen die Förderung einer weiteren Baumart neben der an arme Standorte angepaßten Kiefer durch Nährstoffeinträge als sehr wahrscheinlich anzusehen ist, zumal die beiden Eichenarten und andere Laubbaumarten in den Kiefernbeständen oft völlig fehlen. Andererseits konnte MARKAN (1990) bei *Prunus serotina* lediglich eine Erhöhung der Ca- bzw. Senkung der Mn-Blattspiegelwerte nach einer Kalkungsmaßnahme feststellen. Der oberirdische Zuwachs und die N-Konzentration in den Blattorganen unterschieden sich nicht von der Kontrolle, wobei die wesentliche Veränderung beim pflanzenverfügbaren N im Oberboden auch nicht quantitativer Art war, sondern hauptsächlich eine Verschiebung vom NH_4- zum NO_3-N stattgefunden hatte (MARSCHNER et al. 1992).

Solange die Verbreitung der Spätblühenden Traubenkirsche keine größere Unabhängigkeit von den (mutmaßlichen) Anpflanzungen erreicht, sind Rückschlüsse von ihrem quantitativen Vorkommen auf ihre Standortansprüche und ihr Reagieren auf Umweltveränderungen, wie atmogene Stickstoffeinträge und N-Düngungen sie darstellen, nur sehr eingeschränkt möglich. In der inzwischen auch im östlichen Teil der Berliner Forsten angelaufenen *Prunus serotina*-Bekämpfung wirkt ein weiterer Faktor auf ihre Verbreitung ein, der die Zusammenhänge zwischen ihrem ökologischen Anspruchsprofil und ihrer realen Verbreitung noch unklarer werden läßt.

Danksagungen

Die Kartierung wurde von MARGIT SCHNEIDER und ULRICH VON DEWITZ angeregt, von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin finanziert und von Prof. Dr. HERBERT SUKOPP betreut. Bei der Datenerhebung im Gelände war KARSTEN KRÜGER, bei der Datenaufbereitung außerdem CONSTANZE VON DINCKLAGE und SILIA JESCHKE beteiligt. Für kritische Anmerkungen zum Text danke ich Dr. UWE STARFINGER und Prof. Dr. REINHARD BORNKAMM.

6. Literatur

AUHAGEN, A. 1983: Landschaftsökologische Grundlagenuntersuchung Spandauer Forst. Floristisch-vegetationskundlicher Teil. - Als Mskr. vervielf., 65 S.

BERGMANN, J.-H. 1965: Die Pflege von Kiefernkulturen mit Azaplant-Kombi. - In: DEUTSCHE AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN ZU BERLIN (Hrsg.): Aktuelle Probleme der Kiefernwirtschaft. Tagungsber. Nr. 75: 381-383.

BERGMANN, J.-H. & W. FLÖHR 1988: Zur Wirkung von Fremdstoffen in den Wäldern der

DDR unter besonderer Berücksichtigung einer Veränderung der Bodenflora. - Sozialistische Forstwirtschaft 38: 164-166.

BERGMANN, J.-H. 1993: Zur Biologie, Verbreitung und Bekämpfung des Sandrohrs (*Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH). - Forschungsbericht im Auftrag des Landesforstamtes Brandenburg, 98 S.

BERLINER FORSTEN 1982: Forstliche Rahmenplanung (Materialien). - 81 S.

BORNKAMM, R. 1985: Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. 7. Veränderungen der Phytomasse und Vegetationsentwicklung. - Schriftenreihe für Vegetationskunde, Band 16: 111-151.

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

BORSDORFF, K. 1960: Berliner Waldbrände im Dürrejahr 1959. - Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverb. Berlin I/1960: 5-6.

BORSDORFF, K. 1963: 132 Waldbrände im Jahre 1963. - Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverb. Berlin IV/1963: o.S.

BORSDORFF, K. 1965: Waldbrände im Jahre 1964. - Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverb. Berlin I/1965: o.S.

BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - 3. Aufl., Berlin, Wien, New York, 865 S.

BROSIUS, G. 1988: SPSS/PC$^+$ Basics und Graphics. - McGraw-Hill Book Company, Hamburg, 581 S.

DENGLER, A. 1944: Waldbau auf ökologischer Grundlage. - Berlin, 596 S.

ELLENBERG, H. 1991: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne *Rubus*). - Scripta Geobotanica 18: 9-166.

FORSTPROJEKTIERUNG POTSDAM 1977: BRA V-140, Signieranweisung für Standortsmerkmale. - Unveröff. Mskr., 18 S.

GRIME, J. P. 1979: Plant strategies and vegetation process. - Chichester, New York, Brisbane, Toronto, 222 p.

HANSPACH, D. 1989: Untersuchungen zur aktuellen Vegetation des Schraden. - Verh. Berl. Bot. Ver. 7: 31-75.

HEINSDORF, D. 1984: Wirkung von Mineraldüngung auf Ernährung und Wachstum von Winterlinden (*Tilia cordata* MILL.) auf Kippbodenformen der Niederlausitz. - Beitr. Forstw. 18: 28-36.

HESMER, H. & J. MEYER 1969: Waldgräser. - 4. Aufl., Verlag Schaper, Hannover, 128 S.

HOFMANN, G. 1965: Waldgesellschaften der östlichen Uckermark. - Fed. Rep., Beiheft 142: 133-202.

HOFMANN, G. 1968: Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N-Verhältnis und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. - Arch. Forstw. 17: 845-855.

HOFMANN, G. & S. ANDERS 1990: Waldschadensforschung gestern und heute. - Der Wald Berlin 40 (12): 356-358.

HOFMANN, G. & D. HEINSDORF 1990: Zur landschaftsökologischen Wirkung von Stickstoff-Emissionen aus Tierproduktionsanlagen, insbesondere auf Waldbestände. - Tierzucht 44 (11): 500-504.

HOFMANN, G., HEINSDORF, D. & H.-H. KRAUSS 1990: Wirkung atmogener Stickstoffeinträge auf Produktivität und Stabilität von Kiefern-Forstökosystemen. - Beiträge für die Forst-

wirtsch. 24 (2): 59-73.

HUECK, K. 1942: Die Pflanzenwelt des Naturschutgebietes Krumme Laake bei Rahnsdorf. - Arbeiten aus der Berliner Provinzstelle für Naturschutz 3: 1-87.

JOHNSTONES, J. M. 1986: Plant invasion windows. A time-based classification of invasions. - Biol. Rev. 61: 369-394.

KLEMM, G. 1966: Zur pflanzlichen Besiedlung von Abraumkippen und -halden des Braunkohlenbergbaus. - Hercynia 3: 31-51.

KOPECKY, K. 1986: Versuch einer Klassifizierung der ruderalen *Agropyron repens*- und *Calamagrostis epigejos*-Gesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. - Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 21: 225-242.

LEHMANN, C. & F. REBELE i.V.: Zum Potential sexueller Fortpflanzung bei *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH. - Verh. Ges. Ökol. 23.

MARKAN, K. 1989: Biomasse, Nähr- und Schadstoffsituation repräsentativer Gehölze der Strauchschicht. - In: UMWELTBUNDESAMT, SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELTSCHUTZ BERLIN (Hrsg.): "Ballungsraumnahe Waldökosysteme", Abschlußbericht, 41 S.

MARSCHNER, B., STAHR, K. & M. RENGER 1992: Lime effects on pine forest floor leachate chemistry and element fluxes. - J. Environ. Qual. 21: 410-419.

OINONEN, E. 1969: The time-table of vegetative spreading of the Lily-of-the-Valley (*Convallaria majalis* L.) and the Wood Small-Reed (*Calamagrostis epigeios* (L.) ROTH) in southern Finland. - Acta For. Fenn. 97: 1-35.

OUBORG, N. J. 1993: Isolation, population size and extinction: the classical and metapopulation approaches applied to vascular plants along the Dutch Rhine-system. - Oikos 66: 298-308.

PRACH, K. 1987: Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N.W.Bohemia, Czechoslosvakia. - Folia Geobotanica et Pytotaxonomica 22: 339-354.

PYSEK, A. 1977: Sukzession der Ruderalpflanzengesellschaften von Gross-Plzen. - Preslia 49: 161-179.

PYSEK, A. 1979: Zur Vegetation der chemischen Betriebe des Bezirkes Westböhmen. - Preslia 51: 363-373.

PYSEK, A. & P. PYSEK 1988: Zur spontanen Begrünung der erzhaltigen und erzlosen Abbaudeponien in Böhmen. - Preslia 60: 133-155.

REBELE, F. & P. WERNER 1984: Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung industrieller Brach- und Restflächen in Berlin (West). - Berlin-Forschung, 3. Ausschreibung, 169 S.

SCHLAAK, P. 1977: Die Auswirkungen der bewaldeten und bebauten Gebiete der Stadtlandschaft von Berlin auf den Niederschlagshaushalt. - Ann. Meteorolog., N.F. 12.

SCHWENKE, W. 1952: Untersuchungen zum Massenwechsel der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* CL. auf vergleichend-biozönotischer Grundlage. - Beitr. Ent. 2: 1-55.

SEIDLING, W. 1990: Räumliche und zeitliche Differenzierungen der Krautschicht bodensaurer Kiefern-Traubeneichenwälder in Berlin (West). - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe A, Bd. 61, 261 S.

SEIDLING, W. 1993: Vergleichende Untersuchungen des Unterwuchses repräsentativer Waldstandorte. Teil 2: *Prunus serotina* und *Calamgrostis epigejos* in den Berliner Forsten. - Abschlußbericht "Ballungsraumnahe Waldökosysteme" im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin, 37 S.

SCAMONI, A. 1935: Vegetationsstudien im Forst Sarnow. - Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen

67: 561-600, 625-648.

SCAMONI, A. 1954: Die Waldvegetation des Unterspreewaldes. - Arch. f. Forstwes. 3: 230-260.

SCAMONI, A. 1958: Natürliche Waldgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. - Arch. Forstwes. 7: 131-146.

SCAMONI, A. 1965: Vegetationskundliche und standortkundliche Untersuchungen in mecklenburgischen Waldschutzgebieten (Ringenwalder Endmoräne, Heilige Hallen, Feldberger Hütte, Conower Werder, mit H. PUTZMANN: Sundische Wiese auf Zingst). - Natur und Naturschutz in Mecklenburg 3: 15-142.

STARFINGER, U. 1990: Die Einbürgerung der Spätblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina* EHRH.) in Mitteleuropa. - Landschaftentw. u. Umweltforsch. 69: 118 S.

SUKOPP, H. (Hrsg.) 1990: Stadtökologie. Das Beispiel Berlin. - D. Reimer Verlag, Berlin, 455 S.

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

WEIDNER, K.-F. 1965: Die Pflege von Kiefernplantagen mit Herbiziden. - In: DEUTSCHE AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN ZU BERLIN (Hrsg.): Aktuelle Probleme der Kiefernwirtschaft. Tagungsber. Nr. 75, 403-406.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Walter Seidling
Institut f. Ökologie d. TU Berlin
Schmidt-Ott-Str. 1
D-12165 Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 126

Autor(en)/Author(s): Seidling Walter

Artikel/Article: Zum Vorkommen von Calamagrostis epigejos und Prunus serotina in den Berliner Forsten 113-148