

Sylvia Kott (2006)

**Kartierung der *Spiraea*- Arten und Hybridkomplexe in der
Kernzone „Daubaner Wald“ des Biosphärenreservates
„Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ unter besonderer
Berücksichtigung der Standortverhältnisse
-sowie Untersuchungen zum Regenerations- und
Reproduktionsverhalten**

Diplomarbeit
Im Studiengang Ökologie/ Umweltschutz der Hochschule Zittau/ Görlitz (FH)
- University of Applied Sciences

Inhaltsverzeichnis

<u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS:.....</u>	<u>6</u>
---	-----------------

<u>TABELLENVERZEICHNIS:.....</u>	<u>6</u>
---	-----------------

<u>1. EINLEITUNG</u>	<u>8</u>
-----------------------------------	-----------------

<u>2. VORBETRACHTUNGEN.....</u>	<u>11</u>
--	------------------

2.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER GATTUNG <i>SPIRAEA</i>	11
--	----

2.2 SYSTEMATISCHE EINORDNUNG DER SPIERSTRÄUCHER.....	11
--	----

2.3 HISTORIE DER GATTUNG <i>SPIRAEA</i>	12
---	----

2.4 SCHWIERIGKEITEN DER GATTUNG <i>SPIRAEA</i>	13
--	----

2.5 VORKOMMEN UND VERBREITUNG DER GATTUNG <i>SPIRAEA</i>	14
--	----

2.5.1 VERBREITUNG DER IN DEUTSCHLAND EINGEBÜRGERTEN ARTEN DER GATTUNG <i>SPIRAEA</i>	14
---	----

2.5.2 VERBREITUNG DER IN SACHSEN UND DER OBERLAUSITZ VORKOMMENDEN SPIERSTRÄUCHER	16
---	----

2.5.3 SPIERSTRÄUCHER IM „DAUBANER WALD“	18
---	----

2.6 CHARAKTERISIERUNG DER IM GEBIET „DAUBANER WALD“ VORKOMMENDEN SPIERSTRÄUCHER	19
--	----

2.6.1 <i>SPIRAEA DOUGLASII</i> HOOK.	20
---	----

A) TAXONOMIE UND HISTORIE.....	20
--------------------------------	----

B) HERKUNFT UND VORKOMMEN IM AUTOCHTONEN WUCHSAREAL.....	21
--	----

2.6.2 <i>SPIRAEA TOMENTOSA</i> L.	22
--	----

A) TAXONOMIE UND HISTORIE.....	22
--------------------------------	----

B) HERKUNFT UND VORKOMMEN IM AUTOCHTONEN WUCHSAREAL.....	24
--	----

2.6.3 <i>SPIRAEA</i> X <i>BILLARDII</i> AGG.....	25
--	----

A) TAXONOMIE	26
--------------------	----

B) HERKUNFT UND HISTORIE	27
--------------------------------	----

C) WUCHSORTE	27
--------------------	----

<u>3. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET</u>	<u>29</u>
--	------------------

3.1 DAS KLIMA	30
3.2 GEOLOGIE.....	31
3.3 BÖDEN DES HEIDE- UND TEICHGEBIETES.....	32
3.3.1 BÖDEN UND WASSERHAUSHALT DER KERNZONE „DAUBANER WALD“ UND DER PROBEFLÄCHE.....	32
3.4 NUTZUNGSGESCHICHTE	34
3.5 FLORENCHARAKTERISTIK.....	35
<u>4. MATERIAL UND METHODIK</u>	<u>38</u>
4.1 KARTENMATERIAL UND LUFTBILDER.....	38
4.2 KARTIERUNG DER SPIERSTRAUCHVORKOMMEN	38
4.3 BESTIMMUNG DER <i>SPIRAEA</i> - ARTEN.....	39
4.4 KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG.....	39
4.5 ERFASSUNG DER VEGETATION IM BEREICH DER SPIERSTRAUCHVORKOMMEN	40
4.5.1 ERFASSUNG UND BESTIMMUNG DER PFLANZENARTEN.....	40
4.5.2 BEWERTUNG DER STANDORTE ANHAND DER PFLANZEN	41
4.6 UNTERSUCHUNGEN ZUM WURZELSYSTEM.....	42
4.6.1 ERFASSUNG DER WURZELSTRUKTUR FÜR <i>SPIRAEA TOMENTOSA L.</i> UND <i>SPIRAEA DOUGLASII HOOK.</i>	42
4.6.2 UNTERSUCHUNGEN ZUM REGENERATIONSVERHALTEN ANHAND DES WURZELSYSTEMS	43
A) UNTERSUCHUNGEN ZUM REGENERATIONSVERHALTEN ANHAND VERSCHIEDENER WURZELOBJEKTE	44
B) ÜBERSCHÜTTUNGSVERSUCHE	44
C) AUSWERTUNG DER REGENERATIONSUNTERSUCHUNGEN	45
4.7 KEIMUNGSVERSUCHE FÜR <i>SPIRAEA TOMENTOSA L.</i> UND <i>SPIRAEA DOUGLASII</i> <i>HOOK.</i>	46
4.7.1 DIREKTTSAAT	46
4.7.2 KEIMFÄHIGKEITSTEST	47
<u>5. ERGEBNISSE</u>	<u>50</u>
5.1 ERGEBNISSE DER DIFFERENZIERTEN KARTIERUNG DES HAUPTUNTERSUCHUNGSGEBIETES	50

5.2 ERGEBNISSE DER ERFASSUNG DER BEGLEITENDEN PFLANZEN IM BEREICH DER SPIERSTRAUCHVORKOMMEN INNERHALB DES HAUPTUNTERSUCHUNGSGEBIETES	52
5.3 ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN DER IM BEREICH DER SPIERSTRAUCHVORKOMMEN ERFASSTEN VEGETATION INNERHALB DES HAUPTUNTERSUCHUNGSGEBIETES	53
5.3.1 ÜBERBLICK ÜBER DAS SPEKTRUM DER ÖKOLOGISCHEN ZEIGERWERTE	53
5.3.2 ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN DER ZEIGERWERTE DER PFLANZEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN ZUSAMMENSETZUNG DER SPIRAEA- BESTÄNDE	55
5.3.3 ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN DER ZEIGERWERTE DER PFLANZEN HINSICHTLICH DES DECKUNGSGRADES DER VERSCHIEDENEN SPIRAEA- BESTÄNDE	58
A) REINBESTÄNDE SPIRAEA TOMENTOSA L.	58
B) REINBESTÄNDE SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	61
C) MISCHBESTÄNDE SPIRAEA TOMENTOSA L. MIT SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	63
D) MISCHBESTÄNDE VON SPIRAEA X BILLARDII AGG. MIT SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	67
E) MISCHBESTÄNDE VON SPIRAEA X BILLARDII AGG. MIT SPIRAEA TOMENTOSA L.	67
F) MISCHBESTÄNDE VON SPIRAEA X BILLARDII AGG. MIT SPIRAEA TOMENTOSA L. UND SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	68
5.3.4 ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN DER ZEIGERWERTE DER PFLANZEN DER SEPARAT KARTIERTEN FLÄCHE	68
5.4 ZUSÄTZLICHE BEOBACHTUNGEN IM RAHMEN DER FREILANDARBEITEN	69
5.5 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN DER WURZELSTRUKTUR VON SPIRAEA TOMENTOSA L. UND SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	70
5.5.1 BESCHREIBENDE DARSTELLUNG DER WURZELSTRUKTUR	70
5.5.2 ERGEBNISSE DER PROFILWANDMETHODE	71
5.6 ERGEBNISSE DER REGENERATIONSVERSUCHE	73
5.6.1 SPIRAEA DOUGLASII HOOK.	73
A) 5 CM WURZELOBJEKTE	73
B) 10 CM WURZELOBJEKTE	73
C) WURZELKNOTEN	74
5.6.2 SPIRAEA TOMENTOSA L.	76
A) 5 CM WURZELOBJEKTE	76

B) 10 CM WURZELOBJEKTE	77
C) WURZELKNOTEN	78
5.6.3 ERGEBNISSE DER ENDKONTROLLEN DER WURZELOBJEKTE.....	82
A) <i>SPIRAEA DOUGLASII</i> HOOK.....	82
B) <i>SPIRAEA TOMENTOSA</i> L.....	83
5.6.4 ERGEBNISSE DER ÜBERSCHÜTTUNGSVERSUCHE.....	83
5.7 ERGEBNISSE DER STATISTISCHEN AUSWERTUNGEN DER DATEN DER REGENERATIONSVERSUCHE.....	84
5.7.1 ERGEBNISSE DER IM VORFELD DURCHGEFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN ZUR NORMALVERTEILUNG	84
5.7.2 ERGEBNISSE DER ARTBEZOGENEN STATISTISCHEN AUSWERTUNGEN.....	85
A) <i>SPIRAEA DOUGLASII</i> HOOK. BEZÜGLICH DER 0- HYPOTHESE/ 1	85
B) <i>SPIRAEA DOUGLASII</i> HOOK. BEZÜGLICH DER 0- HYPOTHESE/ 2.....	86
C) <i>SPIRAEA TOMENTOSA</i> L. BEZÜGLICH DER 0- HYPOTHESE/ 1	86
D) <i>SPIRAEA TOMENTOSA</i> L. BEZÜGLICH DER 0- HYPOTHESE/ 2	87
5.7.3 ERGEBNISSE DER VERGLEICHENDEN STATISTISCHEN AUSWERTUNG DER UNTERSUCHTEN ARTEN.....	87
5.8 ERGEBNISSE DER KEIMUNGSVERSUCHE.....	88
5.8.1 ERGEBNISSE DER DIREKTTSAAT	89
5.8.2 ERGEBNISSE DES KEIMFÄHIGKEITSTESTS.....	89
<u>6. THEMATISCH BEZOGENE DISKUSSION DER ERGEBNISSE</u>	91
6.1 ANSPRÜCHE DER SPIERSTRÄUCHER UNTER DEM EINFLUSS ÖKOLOGISCHER FAKTOREN	91
6.2 THEMATISCHE DISKUSSION DER ERGEBNISSE ZUR WURZELSTRUKTUR	93
6.3 THEMATISCHE DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER REGENERATIONSVERSUCHE	96
6.4 THEMATISCHE DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER KEIMUNGSVERSUCHE	99
<u>7. ERPROBUNG VON METHODEN ZUR SPIERSTRAUCHREDUKTION INNERHALB DES BIOSPÄHÄRENRESERVATES</u>	103

7.1 ANGEWENDETE METHODEN UND IHRE DURCHFÜHRUNG.....	103
7.2 ERGEBNISSE DER DURCHGEFÜHRTEN REDUKTIONSMABNAHMEN.....	105
<u>8. ZUSAMMENFASSENDER DISKUSSION</u>	<u>108</u>
<u>9. ZUSAMMENFASSUNG</u>	<u>127</u>
<u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	<u>129</u>
<u>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG.....</u>	<u>139</u>
<u>DANKSAGUNG</u>	<u>140</u>
<u>Anlage 1 bis Anlag 6</u>	<u>siehe Band II</u>
<u>Anlage 7</u>	<u>siehe Herbarium</u>
<u>Anlage 8</u>	<u>siehe Band 1 letzte Seite</u>

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: natürliche Verbreitung <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.....	21
Abb. 2: Verbreitung <i>Spiraea tomentosa</i> L.	24
Abb. 3.: Das Untersuchungsgebiet.....	29

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1 Häufigkeit der <i>Spiraea tomentosa</i> L. Reinbestände hinsichtlich der Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	59
Tab. 2 Häufigkeit der <i>Spiraea tomentosa</i> L. Reinbestände hinsichtlich der Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade.....	59
Tab. 3 Häufigkeit der <i>Spiraea tomentosa</i> L. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	60

Tab. 4 Häufigkeit der <i>Spiraea tomentosa</i> L. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade.....	61
Tab. 5 Häufigkeit der <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	61
Tab. 6 Häufigkeit der <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade.....	62
Tab. 7 Häufigkeit der <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	62
Tab. 8 Häufigkeit der <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade.....	63
Tab. 9 Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	64
Tab. 10 Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	65
Tab. 11 Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	65
Tab. 12 Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade	66

1. Einleitung

Die heutige Vegetation Mitteleuropas entwickelte sich sowohl unter dem Einfluss natürlicher Faktoren mit der Einwanderung von Arten nach der Eiszeit als auch unter dem Wirken des Menschen durch den neue Pflanzenarten sowohl unbeabsichtigt als auch beabsichtigt eingeführt worden sind. Erst durch den Einfluss des Menschen wurden natürliche Ausbreitungsbarrieren durchbrochen, was die Ausbreitung verschiedener Pflanzenarten über ihre natürlichen Arealgrenzen ermöglichte. (KOWARIK, I. in KOWARIK, I. & STARFINGER, U., 2002)

In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass die ersten großen Pflanzeneinführungen im 15. und 16.Jh. mit und nach der Entdeckung Amerikas (1492) stattgefunden haben. (LOHMEYER, W. & SUKOPP, H., 1992)

Der folgende interkontinentale Austausch bereitete mit der Ersteinführung der Pflanzenarten in neue geographische Regionen den Weg für eine weitere Ausbreitung der Neophyten durch sekundäre Ausbringungen. Dazu zählen Anpflanzungen in Gärten, zur land- und forstwirtschaftlichen Nutzung und zu landschaftsstrukturierenden Zwecken. Hinzu kommt die Verbreitung durch den zunehmenden Auto- und Eisenbahn- sowie Flugverkehr. Diese sekundären Ausbreitungsmechanismen überbrücken räumliche Ausbreitungsbarrieren wodurch Neophyten geeignete Wuchsorte erlangen und aufgrund erfolgreicher Etablierungsstrategien zu Invasionsarten werden können. (KOWARIK, I., 2003)

Die Anzahl der insgesamt eingeführten und eingeschleppten Arten in Deutschland wird auf mehr als 12000 eingeschätzt von denen sich 687 nichteinheimische Arten in Deutschland etablieren konnten. Unter diesen etablierten nichteinheimischen Arten sind 275 Archäophyten, die bereits vor 1492 nach Chr. in Deutschland vorkamen und 412 Neophyten deren Einwanderung oder Einschleppung nach 1492 nach Chr. erfolgte, zu verstehen. Etwa 30 Arten der 687 etablierten nichteinheimischen Arten, was einem Anteil von etwa 4 % entspricht, können in Deutschland als invasiv bezeichnet werden. (KOWARIK, I. in KOWARIK, I. & STARFINGER, U., 2002) Aufgrund der durch diese Arten verursachten Verdrängung von heimischen und standortgerechten Pflanzenarten und an diese gebundener Tierarten sowie der Störung empfindlicher und seltener Biotope und ihrer Standortbedingungen stehen invasive Neophyten verstärkt im Konflikt mit den Zielen und Wertvorstellungen des Naturschutzes (KOWARIK, I., 2003). In Deutschland handelt es sich, da sie sich in den

letzten Jahrzehnten rasant ausbreiten konnten, im wesentlichen um *Solidago*- Arten, *Heracleum mantegazzianum*, *Reynoutria*- Arten, *Helianthus tuberosus* und *Impatiens glandulifera*, die als Problempflanzen auftreten (SCHEPKER, H., 2005). Für diese Arten existieren bereits eine Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen sowohl zur Biologie als auch zur Ökologie, die die naturschutzfachliche Bewertung und Kontrolle im Invasionsfall ermöglichen und erleichtern. (Vgl. HARTMANN et al., 1994; ALBERTERNST, B., 1998 u.v.m.)

Grundsätzlich gibt es jedoch eine Reihe von Neophyten, die sich aufgrund der sogenannten „lag- Phase“ erst seit den letzten Jahrzehnten als potentiell invasiv erwiesen haben (KOWARIK, I., 2003). Dies wird indirekt auch für die im Rahmen dieser Diplomarbeit näher untersuchten *Spiraea*- Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* Hook. beschrieben (KAMPA, E., 1997; WALCZAK, C., 2001).

Da das Wissen um die biologischen als auch um die ökologischen Eigenschaften der Vertreter der Gattung *Spiraea* jedoch nur als unzureichend bezeichnet werden kann, soll diese Diplomarbeit einen Beitrag zur Erweiterung des Kenntnisstandes über Spiersträucher anhand der Vorkommen innerhalb der Kernzone „Daubaner Wald“ des Biosphärenreservates „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ darstellen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden folgende Zielstellungen formuliert:

Differenzierte Kartierung der *Spiraea*- Arten und Hybridkomplexe unter Berücksichtigung der Artmächtigkeit (des Deckungsgrades).

Erfassung weiterer Pflanzenarten in Zusammenhang mit der Charakterisierung der Standortverhältnisse im Bereich der kartierten *Spiraea*- Vorkommen.

Beschreibende Darstellung des Wurzelsystems von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Untersuchungen zum Regenerationsverhalten anhand des Wurzelsystems der Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Durchführung von Keimungsversuchen der genannten Arten im Rahmen der Untersuchungen zum Reproduktionsverhalten.

Zusammenfassende Darstellung der bisher im Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen (Reduktionsmaßnahmen) der *Spiraea*- Bestände und ihrer Ergebnisse.

Diskussion der Ergebnisse im Zusammenhang mit der aktuellen Literatur

Die aus diesen Untersuchungen hervorgehenden Ergebnisse stellen wesentliche Grundlagen der Beurteilung und Kontrolle vorkommender problematischer

Spierstrauchbestände dar. Zusätzlich werden verschiedene Aspekte der Entwicklung der natürlichen Vegetation innerhalb der Kernzone "Daubaner Wald" unter dem Einfluss der Spiersträucher diskutiert.

2. Vorbetrachtungen

2.1 Allgemeine Beschreibung der Gattung *Spiraea*

Die Gattung *Spiraea* zeichnet sich durch sommergrüne Sträucher aus, deren Blätter wechselständig an dichtstehenden Zweigen angeordnet sind. Die Blätter sind ungeteilt und ohne Nebenblätter. Sie können gelappt, gekerbt, gesägt, gezähnt und selten auch ganzrandig sein. Besonders charakteristisch ist die Vielzahl zwittriger Blüten, die in einfachen oder zusammengesetzten Rispen, Schirmrispen, Dolden oder Schirmtrauben angeordnet sein können. Die häufig unter 1 cm großen Blüten bestehen aus 5 kreisrunden oder verkehrt eiförmigen Kronblättern, die am Rande des, aus 5 miteinander verwachsenen Kelchblättern bestehenden, Blütenbeckers angeordnet sind. Ebenso randständig wie die Kronblätter sind die 15- 60 Staubblätter. Bei vielen Arten ist ein Teil von diesen zu einem Drüsen- bzw. Nektarring umgewandelt. (ADOLPHI, K., 1995)

Spiraeae bilden nach der Befruchtung Balgfüchte, deren Karpelle mehrere Samen enthalten, aus (LEINS, P., 2000). Einige Arten sind zudem in der Lage sich vegetativ auszubreiten (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002).

2.2 Systematische Einordnung der Spiersträucher

Die Gattung der Spiersträucher setzt sich aus Vertretern der Familie der *Rosaceae*, Unterfamilie der *Spiraeoideae* zusammen und gehört zur Ordnung *Rosales* (Rosenartige). (ADOLPHI, K., 1995)

Die systematische Gliederung der Gattung *Spiraea* war in der Vergangenheit häufig uneindeutig, so dass unterschiedliche taxonomische Auffassungen bis heute Probleme bereiten und Angaben zum Umfang der Gattung *Spiraea* zwischen 80 und 120 Arten schwanken (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002).

Eines der „modernsten Klassifikationssysteme“ der Gattung *Spiraea* wurde von YÜ & KUAN (1963) entwickelt. Bei diesem phylogenetischen Klassifikationssystem gliedert sich die Gattung *Spiraea* in 4 Sektionen, die wiederum in insgesamt 10 Serien aufgeteilt werden (Anlage 4 Abbildung 1). Dieses Gliederungskonzept berücksichtigt jedoch nicht die systematische Einordnung von *Spiraea hartwegiana*

RYDB., einer nur in Mexico vorkommenden Art. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

In einem weiteren Klassifikationskonzept der Gattung *Spiraea* nach HUBER (1964) bildet diese Art neben der Untergattung *Spiraea* eine eigenständige Untergattung *Homoiospiraea* (siehe Anlage 4 Abbildung 2) (ADOLPHI, K., 1995).

Grundsätzlich scheint die phylogenetische Gliederung der Gattung bis heute noch nicht abgeschlossen und weiterhin diskussionsrelevant (ADOLPHI, K., 1995; BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002).

2.3 Historie der Gattung *Spiraea*

Spiersträucher werden seit Jahrhunderten kultiviert und als dekorative Zierpflanzen genutzt. Bereits im altertümlichen China verwendete man Arten der Gattung *Spiraea* in der Gartenkultur (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002).

In Europa wurden vermutlich bereits im 16. oder 17. Jh. die ersten Arten kultiviert. Im Laufe der Zeit ist die Vielfalt der Spiersträucher in Europa einerseits durch die aus Asien eingeführten Exemplare und andererseits durch den Import von Spierstraucharten aus Ost- Amerika erweitert worden. Schließlich wurden bereits im 19. Jh. eine Vielzahl an verschiedenen Spiersträuchern unterschiedlicher Herkunft nicht nur in Baumschulen sondern auch in Parks und Schlossgärten vor allem in Frankreich, England und Deutschland angepflanzt. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Neben der Nutzung der *Spiraeae* als Zierpflanzen wurden einige Arten dieser Gattung seit etwa Mitte des 19. Jh. aufgrund ihrer Vielzahl an Blüten von Imkern als Bienenweide verwendet und kultiviert (ADOLPHI, K., 1995).

Durch die Zusammenführung von Spiersträuchern aus unterschiedlichen Herkunftsländern und die häufige Vermischung der Arten bei der Anpflanzung, entstanden im Laufe der Zeit eine Vielzahl Hybriden von denen einige, aus züchterischer Sicht geeignete, als neue Arten vermehrt und weiter kultiviert wurden. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Im Laufe der Kultivierung gelang es einigen Arten und Hybriden sich zu etablieren und auszubreiten. Andere Arten hingegen scheinen nach ihrer Anpflanzung in einem Jahrzehnte dauernden Prozess zu altern und schließlich abzusterben, ohne sich verjüngt zu haben. (ADOLPHI, K., 1995)

Bis heute werden vereinzelte Spierstraucharten kultiviert. In den letzten Jahrzehnten tendiert man jedoch vor allem in den USA und Westeuropa dazu vorwiegend zwergwüchsige Formen auszuwählen und anzubieten. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

2.4 Schwierigkeiten der Gattung *Spiraea*

Trotz der langen Kultivierungsgeschichte der Spiersträucher in Europa ist die Bestimmung der Arten bis heute problematisch (SCHMIDT, P. A., 2001). Dies ist einerseits darin begründet, dass Merkmale wie die Form und Größe der Infloreszenzen aber auch die Form und eventuelle Behaarung der Blätter einer Art sich bereits an einem Individuum stark unterscheiden können. Andererseits treten häufig standortbedingte Modifikationen von Arten auf, die eine Fehlbestimmung hervorrufen können. (ADOLPHI, K., 1995; ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983)

Eine weitere Ursache stellt die spontane interspezifische Hybridisierung dar, durch die Bastarde mit unterschiedlichster Elternkombination entstehen. Ursachen für dieses sehr häufig auftretende Phänomen liegen zum einen in dem durch den Import verursachten Wegfall natürlicher geographischer Grenzen und zum anderen in der relativ genetischen Homogenität der Gattung begründet. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Da Hybriden bei denen zumindest ein Elternteil identisch ist häufig ähnliche Merkmalskombinationen aufweisen, sind sie anhand ihrer Morphologie nur schwer zu unterscheiden. Nicht selten ist bei Bastarden auch die überdurchschnittlich starke Ausbildung von Merkmalen eines der beteiligten Elternteile, so dass sich auch eine Abgrenzung der Hybriden von reinen Arten anhand ihrer Morphologie schwierig gestaltet. (ADOLPHI, K., 1995; ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983)

Neben den taxonomischen Schwierigkeiten treten auch nomenklatorische Probleme auf. So gibt es beispielsweise Arten, denen im Laufe ihrer Kultivierung bzw. Zucht mehrere unterschiedliche Benennungen zugewiesen wurden obwohl es sich um ein und die selbe Art handelt. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Auf der anderen Seite sind für viele hybridisch entstandene Arten die beteiligten Elternkombinationen noch nicht eindeutig geklärt, so dass abweichende Auffassungen zu verschiedenen Benennungen führten (ADOLPHI, K., 1995).

Die durch die aufgeführten Ursachen nicht selten auftretenden Fehlbestimmungen verursachten in der Vergangenheit und auch heute häufig Fehleinschätzungen in der Verbreitung verschiedener Arten der Gattung *Spiraea* (ADOLPHI, K., 1998; SCHMIDT, P. A., 2001).

2.5 Vorkommen und Verbreitung der Gattung *Spiraea*

Das Hauptverbreitungsgebiet der Gattung *Spiraea* erstreckt sich innerhalb der nördlichen Hemisphäre von der meridionalen bis in die subarktische Zone. In Mexico (Oaxaca, Puebla) besiedelt die Gattung abgetrennt vom Hauptareal ebenso die Subtropische Zone. In Alaska und Sibirien überschreiten Vertreter der Gattung *Spiraea* sogar den Polarkreis. (ADOLPHI, K., 1995)

Der Verbreitungsschwerpunkt der Gattung befindet sich in Ostasien. Ihre größte Artenvielfalt erreicht sie mit über 60 autochtonen Arten in China. Ebenso artenreich sind die an China angrenzenden Gebiete Zentralasiens, den Himalayas, Koreas und Japans. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Die in diesen Gebieten anzutreffenden Arten kommen meist in Waldsteppen, Steppen sowie der subalpinen Stufe der Gebirge vor (ADOLPHI, K., 1995).

Weitere Verbreitungsgebiete in denen die Gattung *Spiraea* mit acht Arten vertreten ist, stellen die USA und Kanada dar. Mit sieben autochtonen Arten kommen in Europa vergleichsweise wenig Vertreter der Gattung *Spiraea* vor. Bei diesen Arten handelt es sich zum einen um Exemplare, die ebenso in Asien vorkommen und dort wesentlich weiter verbreitet sind als in Europa und zum anderen um solche, die in ihrer europäischen Verbreitung auf kleinere Gebiete beschränkt sind. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

2.5.1 Verbreitung der in Deutschland eingebürgerten Arten der Gattung *Spiraea*

Die Verbreitung der Gattung *Spiraea* in Deutschland ist aufgrund der bereits in Kap.: 2.4 aufgeführten Gründe nur sehr unzureichend bekannt (ADOLPHI, K., 1998;

SCHMIDT, P. A., 2001). Nach heutigem Kenntnisstand kommen in Deutschland, neben einer Reihe von Kulturrelikten aus gärtnerischer Züchtung und weiteren hybridisch entstandenen Vertretern der Gattung, sechs wildwachsende Arten vor (ADOLPHI, K., 1998). Dabei handelt es sich um:

- *Spiraea alba* DU ROI = Weißer Spierstrauch
- & *Spiraea alba* var. *latifolia* (AIT.) DIPPEL = Weißer Spierstrauch
- *Spiraea x billardii* HÉRINCQ = Billards Spierstrauch
- & *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE = Verwechselter Spierstrauch
- *Spiraea chamaedryfolia* L. = Ulmen- Spierstrauch
- *Spiraea douglasii* HOOK. = Douglas- Spierstrauch
- *Spiraea japonica* L. F. = Japanischer Spierstrauch
- und *Spiraea tomentosa* L. = Gelbfilziger Spierstrauch.

Spiraea alba DU ROI kommt in Deutschland vorwiegend an Bachufern, Waldrändern und Straßenböschungen vor. In „Feucht- und Nasswäldern“ (KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988 IN ADOLPHI, K. 1995) ist diese Spierstrauchart agriophytisch. Neben diesen wird sie auch für „ langlebige Ruderal- und Schlaggesellschaften nitrophiler Säume“ (WOLFF- STRAUB ET AL., 1988 IN ADOLPHI, K. 1995) als eingebürgert angegeben. (ADOLPHI, K. 1995)

Spiraea x billardii HÉRINCQ ein Kreuzungsprodukt zwischen *Spiraea douglasii* x *Spiraea alba* (DAUVIGNEAUD, 1975 IN ADOLPHI, K. 1995) sowie die hier einbezogene *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE ein Hybrid der Arten *Spiraea douglasii* x *Spiraea salicifolia* (SILVERSIDE, A. J., 1990 IN ADOLPHI 1995), die im folgenden als *Spiraea x billardii* agg. bezeichnet werden, sind in Deutschland häufig als Epökophyten eingebürgert. Eine Vielzahl der Vorkommen dieser Arten befinden sich in Gebüsch und Böschungen. (ADOLPHI, K. 1995) Nicht selten anzutreffen sind aus Hecken verwilderte Bestände. Ebenso wie *Spiraea alba* DU ROI besiedeln diese beiden Arten aber auch Bachläufe und Uferbereiche.(ADOLPHI, K., 1998) So sind beispielsweise Vorkommen aus *Convolvuletalia*- und *Bidention*- Gesellschaften bekannt (WWW.TU-BERLIN.DE). Teilweise können auch in Teichen wachsende Exemplare des Billards- Spierstrauches gefunden werden, die zur Vegetation „eutropher Gewässer“ (KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988 IN ADOLPHI, K. 1995) gezählt werden. In „Feucht- und Nasswäldern“ (KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988

IN ADOLPHI, K. 1995) sowie auf Ruderalflächen sind Einbürgerungen der Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. ebenso zu finden. (ADOLPHI, K. 1995)

Spiraea douglasii HOOK. stellt eine in Deutschland seltenere *Spiraea* Art dar. So sind nur wenige lokale epökophytische Vorkommen an Bahntrassen, Straßenrändern und Böschungen bekannt. Seltener werden Vorkommen auf Dünen beschrieben. (ADOLPHI, K. 1998)

Ähnlich dem Douglas- Spierstrauch sind *Spiraea chamaedryfolia* L. und *Spiraea japonica* L. F. in Deutschland auf wenige lokale Einbürgerungen beschränkt. *Spiraea chamaedryfolia* L. besiedelt an den Fundorten, ähnlich den Vorkommen in seinem natürlichen Areal (Südosteuropa bis Nordost- Asien), Flussufer. (ADOLPHI, K. 1998)

Spiraea japonica L. F. ist als beständiges Vorkommen nur aus dem Siebengebirge auf einer Böschung bekannt. Weitere Vorkommen dieser Art in Deutschland werden jedoch vermutet. (ADOLPHI, K. 1998/ 1995)

Spiraea tomentosa L. ist in Deutschland nur regional verbreitet. Die einzigen in Deutschland bekannten eingebürgerten Vorkommen sind aus dem östlichen Sachsen bekannt. (ADOLPHI, K. 1998) Hier besiedelt die Art vorwiegend bodenfeuchte Wälder, Gebüsche und Teichufer (OTTO, H.- W. ET AL., 2004). Vereinzelt sind auch Vorkommen in Mooren bekannt (SCHMIDT, P. A., 2001). Ebenso ist *Spiraea tomentosa* L. in *Alno- Ulmion-* und *Salicion albae-* Gesellschaften zu finden (BRÄUTIGAM, S., 1990 IN WWW.TU-BERLIN.DE).

Grundsätzlich werden für die in Deutschland wildwachsenden *Spiraea-* Arten Gebüsche, die „Mesophile Fallaubwälder“ (KORNECK, D. & SUKOPP, H., 1988 IN ADOLPHI, K. 1995) ersetzen als Bereiche beschrieben, in denen sie als eingebürgert angesehen werden. (ADOLPHI, K., 1995) Stellenweise sind aber auch *Corynephoretea-* Gesellschaften, die gelegentlich auch auf Eisenbahn und Straßenanlagen übergehen, von Vertretern der Gattung *Spiraea* besiedelt. (WWW.TU-BERLIN.DE)

2.5.2 Verbreitung der in Sachsen und der Oberlausitz vorkommenden Spiersträucher

In Sachsen sind bis auf *Spiraea japonica* L. F. alle bereits in Kap.: 2.5.1 aufgeführten Arten vertreten. Zu den am häufigsten nachgewiesenen Arten zählen die Vertreter

der *Spiraea x billardii* agg., *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L. (HARDTKE, H.- J. & IHL, A., 2000).

Die der *Spiraea x billardii* agg. angehörigen Vertreter stellen die in Sachsen am häufigsten verwildernden Spiersträucher dar und sind vom Tiefland bis in das Bergland verbreitet. Die Vorkommen der Vertreter dieser Aggregation bürgern sich lokal, vor allem in der Nähe ihrer Anpflanzungen, ein. (SCHMIDT, P. A., 2001)

Eine weitere Art, *Spiraea x macrothyrsa* DIPP., die nach Auffassung von SILVERSIDE eine Varietät des Kreuzungsproduktes *Spiraea alba x Spiraea douglasii* darstellt (SILVERSIDE, A. J., 1990 IN ADOLPHI, K., 1995), wird häufig in die *Spiraea x billardii* agg. integriert und konnte ebenso wie die anderen Vertreter dieser Aggregation in der Oberlausitz gefunden werden. (SCHMIDT, P. A., 2001; OTTO, H.- W. ET AL., 2004)

Ebenso verwildert tritt *Spiraea douglasii* HOOK. auf. Im Gegensatz zu *Spiraea x billardii* agg. scheint diese Art jedoch kein synanthropes Areal auszubilden. Vorkommen des Douglas- Spierstrauches konnten im Vogtland, im Westerzgebirge, in der Umgebung von Geithain und in der Oberlausitz kartiert werden. (SCHMIDT, P. A., 2001)

Die Verbreitung von *Spiraea tomentosa* L. ist in Sachsen auf das Oberlausitzer Tiefland begrenzt und kann als endemisch bezeichnet werden. Seine Hauptvorkommen sind im Heide- und Teichgebiet zu finden in dem er sich wie in der gesamten Oberlausitz als Agriophyt eingebürgert hat. (LOHMEIER & SUKOPP, 1992 IN ADOLPHI, K. 1995).

Spiraea alba DU ROI konnte in Sachsen sowohl im Vogtland, dem Erzgebirge als auch der Oberlausitz nachgewiesen werden (SCHMIDT, P. A., 2001). Zusätzlich werden Funde von *Spiraea rosalba* DIPP., einem Bastard zwischen *Spiraea alba* DU ROI und *Spiraea salicifolia* L. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002), für die Oberlausitz angegeben (OTTO, H.- W. ET AL., 2004). Grundsätzlich treten Vorkommen dieser beiden letztgenannten Arten nur gelegentlich verwildert auf. Noch weitaus seltener als *Spiraea alba* DU ROI kommen *Spiraea chamaedryfolia* L. und *Spiraea x vanhouttei* (BRIOT) ZAB. vor, da sie im Vergleich zu den bereits angeführten Arten weniger zu Verwilderung neigen.

Spiraea salicifolia L. (Weidenblättriger Spierstrauch) wird seit dem 19.Jh. als „halbwild“ oder eingebürgert für Sachsen angegeben (SCHMIDT, P. A., 2001). Bereits OBERDORFER (1979) gibt diesen Spierstrauch als eingebürgerte Art in Erlen- Eschen-

Wäldern an. ADOLPHI (1998) beschreibt jedoch, dass ein Großteil der in Deutschland als *Spiraea salicifolia* L. bestimmten und als verwildert ausgewiesenen Exemplare Verwechslungen mit *Spiraea alba* DU ROI und der *Spiraea x billardii* agg. darstellen. Grundsätzlich sind die für die Oberlausitz angegebenen Vorkommen von *Spiraea salicifolia* L. aufgrund des Vorhandenseins dieser Art in dem Nachbarland Tschechien denkbar. Dennoch sollten gerade ältere Funde einer Nachprüfung unterzogen werden. (ADOLPHI, K., 1998)

In der Oberlausitz werden Spiersträucher bereits seit 1800 kultiviert. Zu den ersten in der Region vertretenen Arten zählten vermutlich *Spiraea chamaedryfolia* L., *Spiraea douglasii* HOOK., *Spiraea salicifolia* L. und *Spiraea tomentosa* L.. (MILITZER, M. & SCHÜTZE, T., 1952)

Im Laufe der Jahrhunderte wurde das vorhandene Arten- Spektrum der Spiersträucher durch Hinzutreten weiterer Vertreter der Gattung erweitert. Die im Rahmen verschiedenster botanischer Erfassungen ermittelten Vorkommen der Spiersträucher in der Oberlausitz sind in Anlage 5 Tabelle 1 zusammengefasst und dokumentiert. Unter den genannten Spierstrauchvorkommen stellen die im Heide- und Teichgebiet, ermittelten Aufkommen die vergleichsweise größten dar.

2.5.3 Spiersträucher im „Daubaner Wald“

Spiersträucher wurden im „Daubaner Wald“, innerhalb des heutigen „Biosphärenreservates Heide- und Teichlandschaft“, bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts entlang landwirtschaftlich genutzter Flächen angepflanzt. Bekannte Orte an denen die Spiersträucher ausgebracht wurden, sind das Große- und das Lange Gewände, die sich auf dem Schießplatz des ehemaligen Truppenübungsplatzes bzw. dem heutigen Elch- Gehege befinden. (ERTEL mündlich IN KAMPA, E. , 1997)

Weitere Ausbringungen erfolgten vermutlich nach dem 1. Weltkrieg aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten. Ziel war es durch die Anpflanzungen der Spiersträucher zusätzliche Gehölzstrukturen zu schaffen, die eine Schutzfunktion für Rebhühner und Fasane erfüllen sollten. Unsicher ist jedoch ob die *Spiraea*- Arten nur durch Anpflanzung ausgebracht wurden oder ob zur damaligen Zeit auch Aussaat betrieben worden ist. Ob es einen Zusammenhang zwischen der in Dauban ehemals existierenden Baumschule (Rosenzucht) und der Ausbringung der Spiersträucher

gibt, ist nicht bekannt. Ebenso gibt es keinerlei Angaben über die zur damaligen Zeit ausgebrachten Arten. (ERTEL mündlich, 2005)

Nach Aussagen von Herrn ERTEL (2005) schienen sich die Spiersträucher nach einigen Jahrzehnten massiv ausgebreitet zu haben. Die Entwicklung der Bestände während der Nutzung der Gebiete im Bereich des Daubaner Waldes als militärisches Übungsgelände durch die Nationale Volksarmee (NVA) ist nicht dokumentiert. Dennoch liegt eine zusätzliche Ausbreitung der vorkommenden Spiersträucher aufgrund der Verlagerung von Pflanzenmaterial durch die Übungsaktivitäten und durch Umstrukturierungen des Geländes nahe (ERTEL mündlich, 2005).

Bereits seit 1996, konnte festgestellt werden, dass sich die Spierstrauchbestände zunehmend ausdehnen (BURKART, B. ET AL. IN ANDERS, K. ET AL., 2004).

Im Folgenden wurden im Rahmen verschiedener Diplomarbeiten Untersuchungen hinsichtlich der Ausdehnung und der Artenzusammensetzung der Spiersträucher auf dem ehemaligen Schießplatz der NVA durchgeführt (VGL. KAMPA, E., 1997). In diesem Zusammenhang konnten die Arten *Spiraea douglasii* HOOK., *Spiraea tomentosa* L. und Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. gefunden werden.

Für das Gebiet der heutigen Kernzone „Daubaner Wald“ existieren nur wenige Daten über die Spierstrauchvorkommen. Die Angaben aus früheren botanischen Aufnahmen beschränken sich häufig auf die Art *Spiraea tomentosa* L. (vgl. WALCZAK, C., 2001) In weiterführender Literatur sind neben *Spiraea tomentosa* L. Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea x billardii* HÉRINCQ für das Gebiet der Kernzone „Daubaner Wald“ aufgeführt (OTTO, H.- W., 2004; aus Einsicht LAUSITZ- HERBAR: SPIRAEA, 2005). Nähere Informationen zur Größe und Ausdehnung der Bestände sind jedoch nicht oder nur eingeschränkt bekannt.

2.6 Charakterisierung der im Gebiet „Daubaner Wald“ vorkommenden Spiersträucher

Sowohl *Spiraea tomentosa* L. als auch *Spiraea douglasii* HOOK. sind nach Auffassung von YÜ & KUAN (1963) Vertreter der Sektion *Spiraea*. In diesem Zusammenhang stellen die Spiersträucher der *Spiraea x billardii* agg. interspezifische Hybriden der Sektion *Spiraea* dar (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Charakteristisch für die Sektion *Spiraea* sind die an Langtrieben ausgebildeten, verzweigten Blütenstände. Durch die spezielle Anordnung der

mindestens 1,5 mal so hohen wie breiten Rispen bezeichnete man diese Spiersträucher gelegentlich auch als „Lampenputzerspiraeae“ (ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983). (ADOLPHI, K., 1995)

Im folgenden werden die für das Gebiet der Kernzone „Daubaner Wald“ bisher ermittelten Spierstraucharten näher charakterisiert.

2.6.1 *Spiraea douglasii* HOOK.

Spiraea douglasii HOOK. wurde erstmals 1832 von William Hocker, einem britischen Botanik- Professor, in der „Flora Boreali- Americana“ beschrieben. Der durch ihn verliehene Arname weist auf den Schottischen Pflanzenforscher David Douglas (1798- 1834) hin, der diese Spierstrauchart um 1827 entdeckte.

a) Taxonomie und Historie

Der bis zu 2,5 m hohe Strauch zeichnet sich durch seine von Juli bis August blühenden rosafarbenen Blütenstände aus, die an filzigen, rötlichbraunen gestreiften Zweigen ausgebildet werden (ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983; SCHMIDT, P. A., 1983; ADOLPHI, K., 1995). Eines der entscheidenden Merkmale stellt jedoch die Ausgestaltung der Blattform dar. Charakteristisch für diese Art sind länglich-lanzettliche Blätter, deren Blattrand in den unteren zwei Dritteln ganzrandig ist. (ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983)

Die Blätter sind häufig weißfilzig können aber auch kahl bzw. schwach behaart sein (ADOLPHI, K., 1995). Je nach Merkmalskombination lassen sich zwei Variationen unterscheiden (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Zum einen handelt es sich um *Spiraea douglasii* HOOK. var. *douglasii*, die sich durch weißfilzige Blattunterseiten sowie filzig behaarte Kelche und Infloreszenzen auszeichnet. Zum anderen ist hier *Spiraea douglasii* HOOK. var. *menziesii* (HOOK.) PRESL zu nennen, die durch un- oder schwach behaarte Blätter, schwach filzige Kelche und Infloreszenzen charakterisiert ist. (ADOLPHI, K., 1995)

Ein weiteres prägnantes Merkmal von *Spiraea douglasii* HOOK. stellt der fehlende Nektarring dar, so dass sie als Bienenfutterpflanze grundsätzlich ungeeignet ist. Dennoch wurde diese Art zur Bienenweide von Imkern angepflanzt. (ADOLPHI, K., 1995)

Das erste Exemplar dieser Art, welches aus Samen gezogen wurde, wuchs in Europa bereits in der ersten Hälfte des 19. Jh. im Botanischen Garten in Glasgow. Später wurden weitere Exemplare und Variationen von *Spiraea douglasii* HOOK. nach Europa eingeführt und als Zierpflanzen genutzt. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

b) Herkunft und Vorkommen im autochthonen Wuchsareal

Das natürliche Verbreitungsgebiet von *Spiraea douglasii* HOOK. befindet sich im Westen Nordamerikas und erstreckt sich von Alaska bis nach Kalifornien. Ihre östlichste Ausdehnung innerhalb Nordamerikas erreicht die Art in Tennessee. Einen Überblick über die Verbreitung von *Spiraea douglasii* HOOK. in Nord- Amerika gibt Abb.: 1. (WWW.FS.FED.US)

Die beiden in Kap.: 2.6.1 a) angesprochenen Variationen überlappen in ihrer Verbreitung beträchtlich. Grundsätzlich ist jedoch *Spiraea douglasii* HOOK. var. *douglasii* weiter südlich verbreitet als *Spiraea douglasii* HOOK var. *menziesii* (HOOK.) PRESL. und reicht zudem weiter in das Inland hinein. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

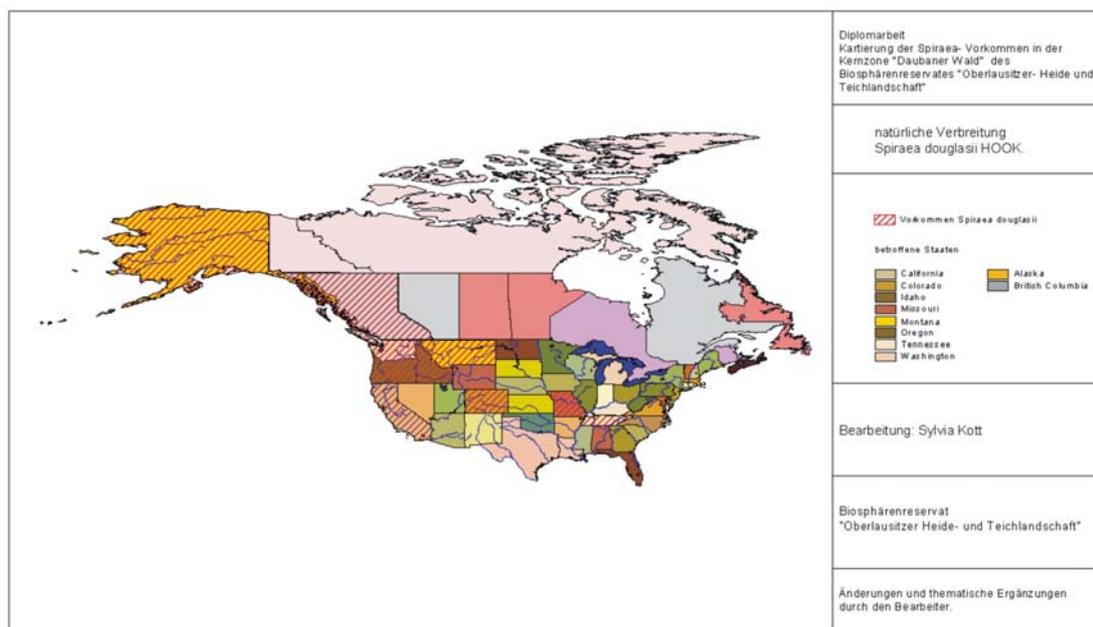


Abb. 1: natürliche Verbreitung *Spiraea douglasii* HOOK.

Spiraea douglasii HOOK. ist in Amerika vor allem in Sümpfen und Marschen, auf Schlammflächen, in Nieder- und Heidemooren, an Quellstandorten sowie in Uferbereichen von Flüssen und Teichen anzutreffen. (WWW.FS.FED.US)

Des Weiteren werden einige Waldgesellschaften beschrieben, in denen *Spiraea douglasii* HOOK. begleitend anzutreffen ist. Beispielsweise findet man die Art in Pflanzengesellschaften, die dem durch *Populus angustifolia* dominierten Verband der zeitweise überschwemmten Wälder angehören. Ebenso sind Verbände zu denen *Pseudotsuga menziesii*- *Tsuga heterophylla*- Wälder gehören aber auch Gesellschaften wie der mäßig trockene Nord Pazifische *Abies alba*- *Tsuga heterophylla*- *Pseudotsuga menziesii*- Wald, der *Pinus ponderosa*- *Symphiocarpus occidentalis*- Wald sowie der *Sequoia sempervirens*- und der *Abies magnifica*- Wald beschrieben. Weiterhin ist diese Spierstrauchart in *Tsuga heterophylla*- *Picea sitchensis*- und saisonbedingt überfluteten *Pinus contorta*- *Populus tremuloides*- Wäldern zu finden. Für einige Bereiche wird *Spiraea douglasii* HOOK. als Pionierpflanze beschrieben, die einerseits in feuer- und lawinenbeeinflussten Gebieten andererseits aber auch in alternden und absterbenden Pflanzengemeinschaften auftritt. (WWW.FS.FED.US; WWW.NATURESERVE.ORG)

Die Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. in seinem natürlichen Verbreitungsgebiet stocken häufig auf nassen Böden. In diesem Zusammenhang werden vor allem lehmig, sandige Böden genannt. Neben diesen gedeiht er aber auch auf Böden aus schluffigem Ton und tonigem Lehm gemischt mit kiesigen Substraten sehr gut. (WWW.FS.FED.US)

Auf trockenen Böden wird *Spiraea douglasii* HOOK. nur selten gefunden. Unter solchen Bedingungen scheint sich die Art zudem schlecht zu entwickeln und isolierte Vorkommen zu bilden.(WWW.OLYWA.NET) Demgegenüber werden häufig Beobachtungen gemacht, die die Entwicklung dominanter Bestände in Feuchtgebieten dokumentieren. (WWW.FS.FED.US; WWW.OLYWA.NET)

2.6.2 Spiraea tomentosa L.

a) Taxonomie und Historie

Spiraea tomentosa L. ist ein bis zu 1,50 m hoher Strauch, der von Juli bis September rosa bis purpurfarbene Blüten an bräunlich behaarten Rispen hervorbringt. Seine

Zweige sind kantig und weichhaarig bis filzig behaart. Insbesondere die Behaarung der länglich- eiförmigen Blätter dieser Art sind eines der markantesten Merkmale, die die Unterscheidung von anderen Arten vereinfacht. So ist die Blattunterseite dicht graugelb- bis gelbfilzig. Die Blattoberseite kann ebenso eine feine Behaarung aufweisen. (ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983; ADOLPHI, K., 1995; SCHMIDT, P. A., 1983)

Neben der Art *Spiraea tomentosa* L. wird eine weitere Variation mit Namen *Spiraea tomentosa* L. var. *alba* WESTON, die sich durch weiße Blüten auszeichnet, aufgeführt (TUTIN, T. G. ET AL., 1968). Im Gegensatz dazu werden innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes *Spiraea tomentosa* L. var. *tomentosa* und *Spiraea tomentosa* var. *rosea* (RAF.) FERN voneinander abgetrennt (WWW.BOTANY.WISC.EDU). In der Literatur sind jedoch keine tiefgreifenderen Angaben über diese Variationen verzeichnet. Es wird lediglich erwähnt, dass *Spiraea tomentosa* L. var. *tomentosa* die im Gegensatz zur Variation *rosea* häufiger auftretende Art in Nord- Amerika ist. Zusätzlich wird beschrieben, dass sich diese Variationen nur unwesentlich voneinander unterscheiden. (WWW.BOTANY.WISC.EDU)

Aufgrund der angesprochenen Problematiken kann hier nicht weiter auf Merkmalsunterschiede der Variationen eingegangen werden. Auch kann nicht geklärt werden in welchem verwandtschaftlichen Verhältnis die aus Europa bekannten Arten sowie die aus Nord- Amerika stammenden Variationen stehen.

Spiraea tomentosa L. wurde vermutlich bereits 1736, als eine der ersten aus Übersee stammenden Spierstraucharten, nach Europa importiert und als Zierpflanze kultiviert (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Neben der Verwendung in der Gartenkultur wird in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet zudem die Nutzung einiger Pflanzenteile in medizinischen Fällen beschrieben. Einen Aufguss aus Blüten und Blättern nutzte man um Beschwerden bei Schwangerschaft und Geburtsschmerzen zu lindern. Den Wurzeln wird eine antibakterielle Wirkung zugesprochen, so dass man sie zur Behandlung von Diarrhö einsetzte. Ein Aufguss der Blüten hemmt Entzündungen und wirkt bei Einnahme ähnlich dem heutigen Aspirin. (WWW.IBIBLIO.ORG) Ob *Spiraea tomentosa* L. in der Vergangenheit in Europa ebenso medizinische Verwendung fand, ist nicht bekannt.

b) Herkunft und Vorkommen im autochthonen Wuchsareal

Ursprünglich ist *Spiraea tomentosa* L. im östlichen Teil bis in das Inland Nordamerikas verbreitet. Das natürliche Verbreitungsgebiet wird im Norden durch die Staaten Manitoba und Neu- Schottland begrenzt und erstreckt sich bis nach Kansas und Georgia im Süden. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Ebenso sind Vorkommen aus Kanada bekannt (WWW.NATURESERVE.DE). Ob die Verbreitung von *Spiraea tomentosa* L. in diesen Gebieten natürlich entstanden ist, lässt sich jedoch nicht nachvollziehen.

Die aktuelle Verbreitung von *Spiraea tomentosa* L. in Nord- Amerika ist in Abb.: 2, dargestellt.

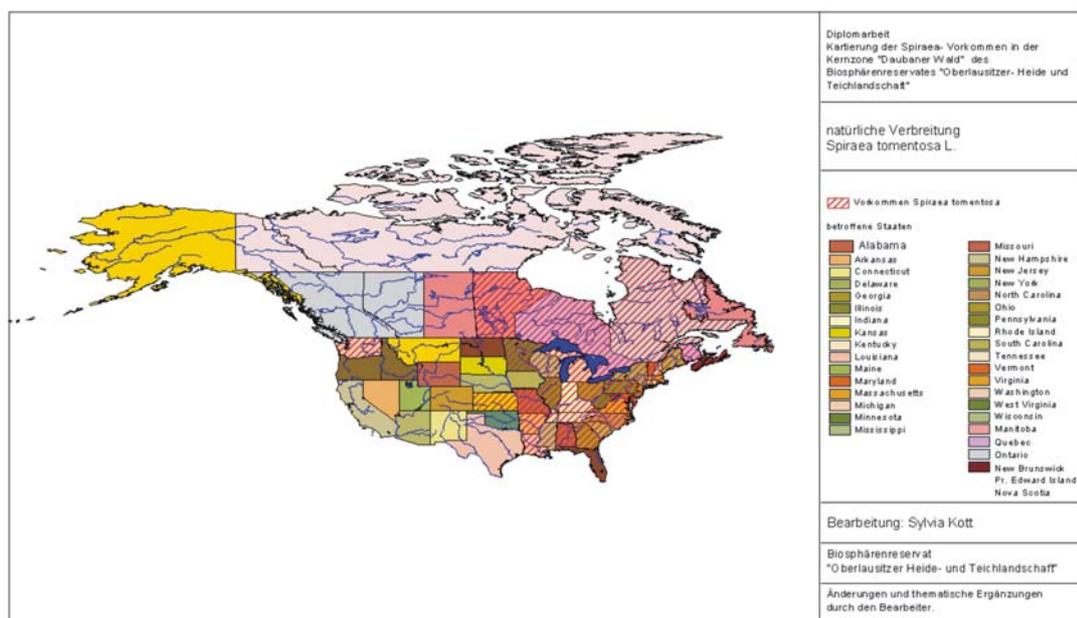


Abb. 2: Verbreitung *Spiraea tomentosa* L.

In seinem ursprünglichen Verbreitungsgebiet kommt *Spiraea tomentosa* L. in lichten Wäldern, auf Wiesen und Weiden und seltener in der Prärie vor (WWW.ENATURE.COM; WWW.FS.FED.US; WWW.IBIBLIO.ORG). Als typisch wird sie in Feuchtgebieten, Marschen, Sümpfen und Mooren beschrieben. Ebenso häufig sind Vorkommen in Überschwemmungsgebieten sowie an Ufern von Flüssen und Seen. (WWW.FS.FED.US)

Wie bereits aus den besiedelten Habitaten ableitbar ist, stellt *Spiraea tomentosa* L. eine auf feuchte Bodenverhältnisse angewiesene Art dar und gilt innerhalb des ursprünglichen Verbreitungsgebietes als nationaler Indikator für Feuchtgebiete

(WWW.FS.FED.US). So ist *Spiraea tomentosa* L. beispielsweise in saisonal überfluteten *Carex rostrata*- *Carex lacustris*- und *Carex aquatilis* Gesellschaften aber auch in *Pinus strobus*- (*Acer rubrum*) Wäldern, die sich durch wassergesättigte Böden auszeichnen, anzutreffen. Nicht selten sind auch Vorkommen in Erlen (*Alnus incana*)- Weiden (*Salix ssp.*)- Dickichten, in *Betula pumila*- (*Salix ssp.*) Gebüschern und der krautreichen Vegetation der *Carex lasiocarpa* Verbände. Neben diesen Gesellschaften werden auch häufig Sumpf- Wälder beschrieben, die sich durch *Picea mariana* oder durch *Larix laricina* und *Thuja occidentalis* auszeichnen. (WWW.NATURESERVE.DE; WWW.BOTANY.WISE.EDU; WWW.ROOK.ORG; WWW.WISPLANTS.UWSP.EDU)

Spiraea tomentosa L. bevorzugt, neben dokumentierten Beständen auf sandigem Substrat, lehm- und tonhaltige Böden (WWW.IBIBLIO.ORG). Hinsichtlich des Boden-pH- Wertes scheint die Pflanze eine weite ökologische Amplitude zu besitzen, da sie sowohl auf saurem Untergrund bis hin zu kalkreicheren Böden wächst (WWW.IBIBLIO.ORG). Es wird jedoch erläutert, dass die Vitalität und das Wachstum der Pflanze auf Böden hoher Basensättigung ähnlich wie unter trockenen Bedingungen teilweise eingeschränkt ist (WWW.PLANTS.USDA.GOV).

Ebenso wie für *Spiraea douglasii* HOOK. ist bekannt, dass *Spiraea tomentosa* L. auch in seinen Ursprungsgebieten in der Lage ist Dickichte auszubilden. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002; WWW.IBIBLIO.ORG)

2.6.3 *Spiraea x billardii* agg.

In diesem taxonomischen Komplex lassen sich Hybriden innerhalb der Sektion *Spiraea* zusammenfassen, die ein Kreuzungsprodukt zwischen *Spiraea douglasii* einerseits und *Spiraea alba* oder *Spiraea salicifolia* andererseits darstellen (SCHMIDT, P. A., 2001). Zu diesen Kreuzungsprodukten zählen *Spiraea x billardii* HÉRINCQ, *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE und *Spiraea x macrothyrsa* DIPP.

Grundsätzlich ist die Abstammung der benannten Spiersträucher bis heute nicht eindeutig geklärt, so dass es verschiedene Ansichten über die taxonomische Einordnung dieser Arten gibt. *Spiraea x billardii* HÉRINCQ wurde von HÉRINCQ (1855) als Hybride zwischen den Arten *Spiraea salicifolia* und *Spiraea douglasii* beschrieben. Diese Auffassung wurde jedoch von DUVIGNEAUD und später von SILVERSIDE nicht geteilt. Sie fassten *Spiraea x billardii* HÉRINCQ als ein

Kreuzungsprodukt von *Spiraea douglasii* und *Spiraea alba* auf. Zudem beschreibt SILVERSIDE (1990) die ursprünglich als *Spiraea x billardii* HÉRINCQ angenommene Kreuzung zwischen *Spiraea salicifolia x Spiraea douglasii* als neue hybridisch entstandene Art mit den Namen *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE (Verwechselter Spierstrauch). *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. wird von einigen Autoren als eine hybridisch entstandene Variation zwischen den Arten *Spiraea douglasii x Spiraea alba* angesehen. Bei dem Elternteil *Spiraea alba* handelt es sich wahrscheinlich um die Variation *Spiraea alba* var. *latifolia* (AIT.) DIPPEL. (Adolphi, K., 1995; BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

Da die Beteiligung der genannten Elternteile der Hybriden bis heute auf „Vermutungen“ (ADOLPHI, K., 1998) beruht, scheint die bereits in den Kap.: 2.5.1 und Kap.:2.5.2 beschriebene und in dieser Arbeit angewendete Behandlung der Hybriden als *Spiraea x billardii* agg. durchaus gerechtfertigt.

a) Taxonomie

Die ca. 2m hohen Sträucher zeichnen sich durch hellrosa bis rosa- farbene Blüten aus, deren Blütenstände feinfilzig behaart sind. Die Blütezeit beginnt im Juni und endet im August. Für die hervorgebrachten Blüten ist ein fehlender oder fragmentarisch ausgebildeter Drüsenring charakteristisch. (ADOLPHI, K., 1995; ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983, SCHMIDT, P. A. 1983)

Zudem ist bis heute unsicher ob *Spiraea billardii* HÉRINCQ. und *Spiraea pseudosalicifolia* SILVERSIDE fertil sind (ADOLPHI, K. 1995). Ob *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. die Fähigkeit zur Samenbildung besitzt ist nicht näher untersucht. Hinsichtlich ihrer Blattmerkmale sind die Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. sehr variabel und nur schwer unterscheidbar. Dennoch lassen sich einige Unterschiede beschreiben. Im Allgemeinen sind die Blätter mit Ausnahme des unteren Drittels scharf und häufig doppelt gesägt. (ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983, SCHMIDT, P. A. 1983)

Spiraea x pseudosalicifolia SILVERSIDE zeichnet sich im Vergleich zu *Spiraea x billardii* HÉRINCQ zum einen durch eine schmalere Blattform und zum anderen durch eine feinere Zähnung aus (SILVERSIDE, A. J., 1990 IN ADOLPHI, K., 1995). Abweichend dazu sind die Blätter von *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. wesentlich gedrungener, breiter und gröber gezähnt (Adolphi, K., 1995; BUSINSKÝ, R. &

BUSINSKÁ, L., 2002). Die Behaarung der Blätter variiert extrem. Grundsätzlich wird eine dünn- bis graufilzige Behaarung beschrieben, die jedoch auch, im besonderen bei *Spiraea x billardii* HÉRINCQ, zu spärlicher Behaarung tendieren kann. Für *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE wird zudem eine längere und dichtere Behaarung der Mittelrippe im Vergleich zur weiteren Blattbehaarung angegeben. (ADOLPHI, K., 1995; ADOLPHI, K. & NOWACK, R., 1983, SCHMIDT, P. A. 1983)

b) Herkunft und Historie

Spiraea x billardii HÉRINCQ und *Spiraea pseudosalicifolia* SILVERSIDE stammen ursprünglich aus gärtnerischer Zucht. Von *Spiraea x billardii* HÉRINCQ ist bekannt, dass er etwa 1854 in einer Baumschule in Fontenay- aux- Roses (Frankreich) von BILLARD durch Kreuzung hervorgebracht werden konnte. (ADOLPHI, K. 1995)

Über die Herkunft von *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE existieren keine näheren Angaben. Es wird jedoch angenommen, dass sich diese Art seit Ende des 19. Jh. in Europa in Kultur befindet (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Ob *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. ebenso ein Ergebnis gezielter Kreuzungen ist oder durch spontane Bastardierung entstanden und dann weiter vermehrt worden ist, kann nicht nachvollzogen werden.

Sowohl *Spiraea x billardii* HÉRINCQ, *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE als auch *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. verwendete man als Zierstrauch und Heckenpflanze. Heutzutage werden sie nur noch selten, vereinzelt bei Großanpflanzungen, eingesetzt. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002)

ADOLPHI, K. (1995) beschreibt zudem die Nutzung der Sträucher als Bienenfutterpflanze obwohl sie aufgrund ihrer Blütenmorphologie zu diesem Zweck ungeeignet erscheinen.

Neben Europa sind die Vertreter dieser Aggregation aufgrund des weltweit ausgedehnten Handels mit Kulturpflanzen ebenso in Asien, Nord- Amerika und Russland zu finden.

c) Wuchsorte

Die Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. werden als wenig anspruchsvolle Sträucher beschrieben, die wie *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L. feuchte

Standorte bevorzugen aber auch unter trockeneren Bedingungen vorkommen. (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002) Die bisher beschriebenen Vorkommen besiedeln sowohl schluffige als auch sandige und tonige Böden und ertragen saure bis hin zu kalkreichere Standortbedingungen. Neben den bereits in Kap.: 2.5.1 angesprochenen Vorkommen sind *Spiraea x billardii* HÉRINCQ und *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE ebenso wie *Spiraea tomentosa* L. in Auwaldgesellschaften und Weiden- Weichholzaunen zu finden. Ebenso gibt es Vorkommen, die in Schlehen- Gebüsch (Prunetalia) gefunden werden können. (ADOLPHI, K., 1994 in WWW.TU-BERLIN.DE)

Im Vergleich zu *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L. gibt es in der Literatur keinerlei Hinweise darauf, dass Pflanzen der *Spiraea x billardii* agg. unter für sie günstigen Bedingungen zu Massenentwicklungen neigen und dominante Bestände ausbilden.

3. Das Untersuchungsgebiet

Das Hauptuntersuchungsgebiet stellt der in Abb.:3 Seite 25 dargestellte Ausschnitt der Kernzone „Daubaner Wald“ dar. Neben diesem wurde eine zusätzliche Probefläche auf dem ehemaligen Panzerschießplatz (Schutzzone II) für weitere Untersuchungen ausgewählt (siehe Abb.: 3 Seite 25). Sowohl die Kernzone „Daubaner Wald“ als auch die zusätzliche Untersuchungsfläche sind südöstlich gelegene Bestandteile des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft.

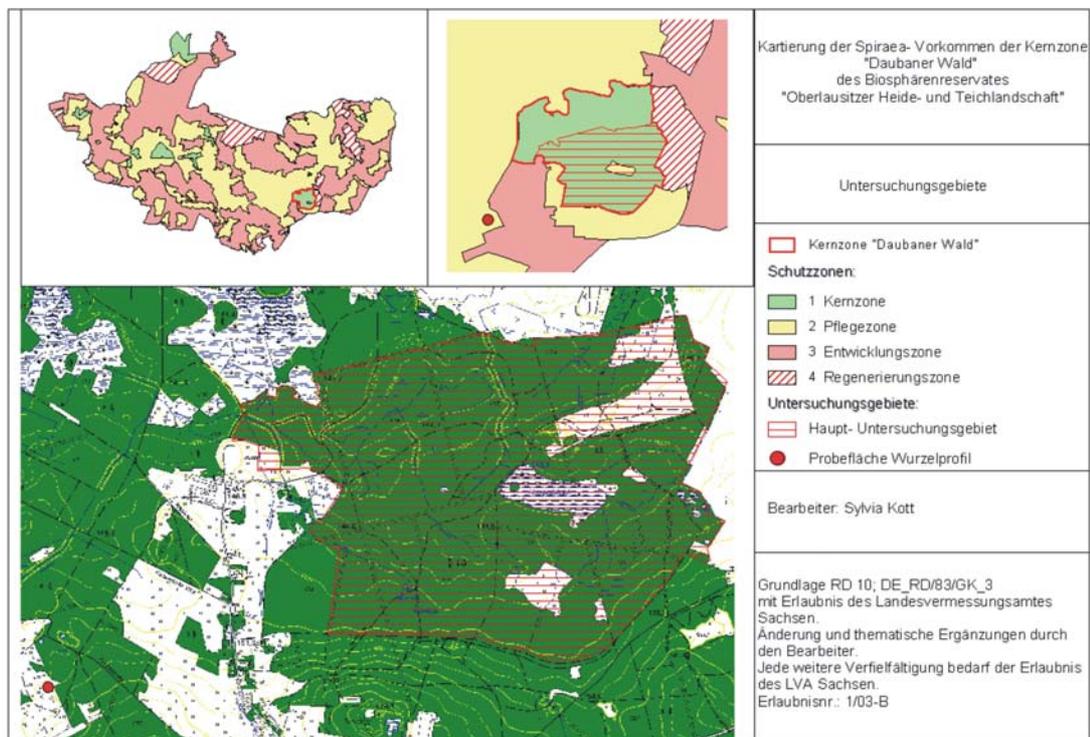


Abb. 3.: Das Untersuchungsgebiet

Mit einer Größe von 271,46 ha stellt die Kernzone „Daubaner Wald“ das 2. größte Totalreservat des Biosphärenreservates „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ dar. Durch ihre Lage innerhalb des Biosphärenreservates wird sie von verschiedenen Landschaftsräumen der unterschiedlichsten Schutzkategorien umsäumt (siehe Anlage 4 Abbildung 3). An das Gebiet grenzt im Nordosten Förstgen und im Südwesten Dauban, die beide Bestandteile der Entwicklungszone darstellen. Im Norden, Westen und südlich der Kernzone schließen sich Bereiche der Pflegezone an. Im Osten geht die Kernzone in die Regenerierungszone über. (BÖHNERT, W. ET AL., 1996)

Die Kernzone „Daubaner Wald“ sowie die zusätzliche Probefläche gliedern sich naturräumlich in das mit Höhen von 80- 100 m ü. NN. zur Sächsischen Tieflandregion gehörende Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet ein. Dieser nördlich durch den Niederlausitzer Grenzwall umrahmte Naturraum erstreckt sich zwischen Schwarzer Elster bis über die Neiße und zeichnet sich sowohl durch ein ausgeglichenes Relief mit geringen Höhenunterschieden als auch durch ausgedehnte Wald- und Feuchtgebiete sowie Wasserflächen aus. Im Süden dieses Naturraumes schließt das durch periglaziale Lößeinwehungen charakterisierte Oberlausitzer Gefilde an, das allmählich bis zum Lausitzer Bergland mit Höhen bis zu 600m ü.NN. übergeht.(MANNFELD, K. & RICHTER, H., 1995)

3.1 Das Klima

Das Heide und Teichgebiet zeichnet sich durch kontinental getöntes Klima mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,3 °C aus (BERGER, I. 2000). Die Monatsmittel der Temperatur schwanken im Januar zwischen -0,6 °C und -0,9 °C. Im Juli werden mittlere Temperaturen von 18,1°C bis 18,8°C erreicht. (MANNFELD, K. & RICHTER, H., 1995)

Besonderen Einfluss auf das vorherrschende Klima üben die für den Naturraum charakteristischen Teiche, durch hohe Grundwasserstände ausgezeichnete Nassstandorte, feuchte Niederungen aber auch Flußauen aus. Aufgrund der durch diese Standorte hervorgerufenen feuchteren und kühleren Lokalklimate entsteht eine ausgleichende Wirkung auf die Temperatur, die als pseudoatlantischer Effekt bezeichnet wird. Durch diese Wirkung sind jedoch Spätfröste in entsprechenden Muldenlagen oder auf mineralischen sowie organischen Nassstandorten keine Seltenheit. (MANNFELD, K. & RICHTER, H., 1995; BERGER, I. 2000)

Aufgrund dieser klimatischen Kombination gehört das Gebiet zur Makroklimaform „Phi“, pseudomaritim beeinflusstes Klima. Die Kernzone „Daubaner Wald“ wird im engeren Sinne der Klimastufe des mäßig trockenen Tieflandklimas zugeordnet. (FRITSCH, M. & SCHUSTER, M., 1996)

Im allgemeinen scheint das Gebiet bezüglich der frostfreien Zeit und der Niederschlagsverhältnisse gegenüber anderen Gebieten begünstigt. Wie aus Anlage 4 Abbildung 4 ersichtlich, liegt die mittlere Dauer der frostfreien Zeit für den Naturraum einschließlich des Untersuchungsgebietes bei 180- 200 Tagen und ist

damit gegenüber dem sich südlich anschließenden Bergland deutlich länger. (GROBER, K. H., 1955)

Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 685,1 mm (BERGER, I. 2000). Diese im Vergleich zu anderen nordostdeutschen Gebieten begünstigten Niederschlagsverhältnisse sind in dem stetigen Anstieg des Reliefs nach Süden und der sich daraus ergebenden Stauwirkung des Berglandes begründet (GROBER, K. H., 1955). Aufgrund dieser Tatsache und der Hauptwindrichtung aus West- und Südwest zeichnet sich das Gebiet insbesondere in den Sommermonaten (Juni- August) durch Starkniederschläge in Verbindung mit Gewittern aus, die ca. 35% der Jahresniederschlagsmenge ausmachen (MANNFELD, K. & RICHTER, H., 1995; BERGER, I. 2000). Grundsätzlich ist das Heide- und Teichgebiet durch einen Anstieg der Niederschlagsmenge von Nordwest nach Südost gekennzeichnet (GROBER, K. H., 1955).

3.2 Geologie (nach GROBER, K. H., 1955; FRANZ, H. J., 1970)

Das Oberlausitzer Heide und Teichgebiet liegt nördlich des Oberlausitzer Granitmassives und ist durch Ablagerungen des Quartärs und des Tertiärs gekennzeichnet. Zu den Bildungen des Tertiärs zählen zum einen sandige und tonige Sedimente eines ehemals im Gebiet vorkommenden Süßwassermeeres. Zum anderen tritt vulkanisches Gesteinsmaterial in Form von Basalt auf, dass bei Spritz und See von den nördlichen Ausläufern des tertiären Vulkanismus innerhalb des Naturraumes zeugt. Eine weitere tertiäre Bildung stellen die im Gebiet auftretenden Braunkohleflöze dar, die regional sehr oberflächennah anstehen. Neben diesen Prozessen und Bildungen setzte im Tertiär zudem die Verwitterung der granitischen Grundgebirgsoberfläche ein. Diese Verwitterungsbildungen sind im Gebiet als nahezu geschlossene kaolinitische Verwitterungsdecke zu finden.

Im Vergleich zum Tertiär wirkten sich die Prozesse des Quartärs besonders stark auf das Heide- und Teichgebiet aus. Durch die auf das Gebiet einwirkende Elster- und Saale- kaltzeit sind besonders im Süden Schmelzwasserablagerungen aber auch Endmoränenbildungen (Dauban und Petershein) vorhanden. Aufgrund der Überlagerung eiszeitlicher Wirkungen sind Grundmoränenbildungen der Elster- kaltzeit nur kleinflächig ausgebildet. Im Vergleich dazu nehmen Schmelzwasserbildungen der Saale- Kaltzeit, die sich als sandige und kiesige

Hochflächen z.B. dem Niederlausitzer Grenzwall und als Schwemmsande im Lausitzer Urstromtal ablagerten weitaus größere Flächen ein. Postglazial bildeten sich auf den entstandenen Schmelzwasserablagerungen unter klimatischem Einfluss der Weichselkaltzeit häufig Dünen aus. Aufgrund des durch die Kaltzeiten ausgeformten Reliefs und der vorhandenen wasserstauenden kaolinitischen Verwitterungsdecke konnten sich innerhalb des Holozäns Moore entwickeln. Neben diesen entstanden entlang der Fließgewässer aufgrund der Ablagerung angeschwemmter Sande und Schlicke holozäne Auenterrassen.

Durch die quartären Ablagerungen werden die tertiären Ablagerungen sowie das Grundgebirge fast vollständig überdeckt, so dass der Granodiorit nur nördlich von Großdubrau vereinzelt durch die übergelagerten Substrate hindurchragt.

Sowohl die tertiären als auch die quartären Prozesse und Ablagerungen stellten neben ihrem Abbaupotential eine wichtige Voraussetzung für die Anlage von Teichen dar, die den naturräumlichen Charakter der Teichlandschaft seit dem 15. Jh. prägen.

3.3 Böden des Heide- und Teichgebietes (nach GROBER, K. H., 1955; MANNSFELD, K. & RICHTER, H., 1995)

Das Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet ist durch ein Mosaik unterschiedlichster Standortfaktoren und Ausgangsmaterialien geprägt, so dass sich Sandflächen mit vernässten und vermoorten Standorten abwechseln. Neben Braunpodsolon, Podsolon und Braunerden, die häufig auf Altmoränen, Schotterkegeln, Tertiärsanden und Dünen verbreitet sind, treten auch stauwasserbeeinflusste Böden auf. Diese Stau-Gleye bilden sich häufig auf flach von Ton oder Lößlehm unterlagerten Sanden aus. Neben den stauwasserbeeinflussten Böden sind grundwasserbeeinflusste Böden, die Gleye, in Verbindung mit mächtigen Rohhumusauflagen weit verbreitet.

3.3.1 Böden und Wasserhaushalt der Kernzone „Daubaner Wald“ und der zusätzlichen Probefläche (FRITSCH, M. & SCHUSTER, M., 1996)

Das hauptsächlich durch quartäre Ablagerungen geprägte Gebiet der Kernzone „Daubaner Wald“ zeichnet sich im Süden und im mittleren Bereich überwiegend durch arme bis ziemlich arme organische Nassstandorte zu denen Waldsümpfe und

Brüche zählen aus. Im Vergleich zu diesen sind Bereiche mit mäßigem bis kräftigem Nährstoffgehalt seltener anzutreffen. Neben Wald- Sümpfen und Brüchen nehmen arme bis ziemlich arme Trockenbrüche (siehe Anlage 5 Tabelle 2) im Süden der Kernzone große Flächen ein.

Innerhalb der Kernzone bestimmen arme bis ziemlich arme grundwasserbeherrschte Sandstandorte das Bild. Innerhalb dieser Bereiche treten lokal Standorte frischer armer Sande auf. Mineralische Nassstandorte, deren Standortverhältnisse mäßig nährstoffhaltig bis kräftig einzustufen sind, kommen vor allem an der östlichen Kernzonengrenze sowie im Süden des Gebietes vor. Dabei handelt es sich wie bei den bereits benannten Sandstandorten überwiegend um bindemittelarme Sande mit vereinzelt eingelagerten Lehm- oder Tonbändern in der Tiefe. Im Bereich des Lichteteiches sind zudem sumpfige Nassstandorte mäßigen Nährstoffgehaltes kennzeichnend. Mäßig nährstoffreiche lehmunterlagerte Sande oder Tieflehmstandorte sind im Gebiet der Kernzone „Daubaner Wald“ nur nord- östlich und östlich des Herrgottsteiches vertreten.

Hinsichtlich des Wasserhaushalts handelt es sich im Gebiet der Kernzone häufig um grundwasserbeeinflusste bis hin zu grundwasserbeherrschten Böden. Vor allem die im südlichen Bereich der Kernzone befindlichen Brüche und Waldsümpfe zeichnen sich durch sehr hohe Grundwasserstände aus, die im Frühjahr durchschnittlich zwischen 0,1 m bis 0,35 m unter Flur stehen und im Herbst auf maximal 0,75 m absinken. Die Trockenbrüche können aufgrund der mittleren Grundwasserhöhe von 0,75 m im Frühjahr, die im Herbst noch weiter absinkt, als feuchte Standorte bezeichnet werden. Im Zentrum und im Norden der Kernzone sind überwiegend feuchte Standorte mit einer durchschnittlichen Grundwassertiefe von 0,75 m unter Flur im Frühjahr zu finden. Neben diesen sind aber auch nasse Standorte bei denen das Grundwasser im Frühjahr bei ca. 0,35 m steht und im Herbst auf 0,75 m absinkt weit verbreitet. Im Norden und im Osten treten gehäuft wechselfeuchte Standorte mit Grundwassertiefen von 1,40 m die im Herbst auf 2 m- 3 m absinken aber auch grundwasserferne Bereiche, die aufgrund von Ton- und Lehmeinlagerungen erhöhte Wasserspeicherkapazitäten besitzen, auf.

Die ausgewählte Probestelle auf dem Gelände des ehemaligen Panzerschießplatzes ist durch gebänderte Sande mit ziemlich armer Nährstoffversorgung charakterisiert und zeichnet sich durch nasse Standortverhältnisse aus.

Eine nähere Charakterisierung sowie die auftretenden Bodentypen der für die Untersuchungsgebiete aufgeführten Standortgruppen ist in Anlage 5 Tabelle 2 in Verbindung mit Anlage 4 Abbildung 5. zusammengestellt.

3.4 Nutzungsgeschichte

Das Gebiet des Daubaner Waldes zeichnete sich vor ca. 1000 Jahren zum einen durch ausgedehnte Sümpfe mit Schwarzerle, Weide und niedriger Kiefer und zum anderen durch Kiefern-mischwälder, Eichen- Hainbuchen- und Auwälder aus. Für die Zeit um 1400 werden ausgedehnte Kiefern- Eichenwälder beschrieben, die den „Daubaner Wald“ beherrschten. (VIETINGHOFF- RIESCH, A.FRH. v., 1961)

Die aus der Historie bekannte Waldbestockung erfuhr bereits seit Mitte des 16. Jh. enorme Belastungen aufgrund des hohen Bau- und Brennholzbedarfes in den verschiedensten Industriezweigen sowie der Vergabe von Nutzungsrechten zur Hutung von Schafen und zur Gewinnung von Waldstreu an die umliegende Bevölkerung. (JACOBI, 1860 in WALCZAK, C. 2001) Durch die Übernutzung der Waldbestände und fehlende Aufforstungen kam es vielerorts zur Ausbildung verheideter Flächen mit geringem Baumbestand. Alte Waldbestände mit strukturiertem Aufbau wurden zur Seltenheit. Seit Mitte des 19. Jh. setzten Wiederaufforstungsmaßnahmen ein, die eine weitere Nutzung der Wälder gewährleisten sollten. (WALCZAK, C. 2001)

Diese Wirtschaftswälder, die sich als lichte Kiefernforste mit eingestreuter Lärche charakterisieren lassen, prägten das Gebiet des Daubaner Waldes. Nur vereinzelt traten Laubholzbestände auf. Neben Wirtschaftswäldern und Grünlandflächen existierten auch eine Reihe landwirtschaftlich genutzter Flächen wie das „Große- und das Lange Gewände“. (ERTEL, mdl. in KAMPA, E., 1997) Ebenso gab es Bereiche die in alten Kartenwerken als „Alter Pflanzgarten“ verzeichnet und durch die in Dauban existierende Baumschule genutzt worden sind. (ERTEL mdl., 2005)

1964 erfolgte die Ausweisung des Gebietes „Daubaner Wald“ zum militärischen Übungsgelände der Nationalen Volksarmee. In diesem Zusammenhang erfolgte die Errichtung des Panzerschießplatzes, der 1972 in Betrieb genommen wurde. Dieser sehr intensiv genutzte Teil stellt jedoch nur einen kleinen Ausschnitt des als militärisch genutztes Übungsgelände ausgewiesenen Bereiches dar. Der überwiegende Teil zu dem auch das Gebiet der heutigen Kernzone „Daubaner Wald“

gehört, wurde zum militärischen Sicherheitsbereich deklariert und die darauf befindlichen Wälder forstlich genutzt. Die vorhandenen Grünlandflächen und Teiche führte man einer extensiven Bewirtschaftung zu. (BURKART, B. ET AL. in KENNETH, A. ET AL., 2004)

Innerhalb des militärischen Übungsgeländes erfolgten eine Reihe von Befestigungs- und Sicherungsmaßnahmen des Geländes. Dazu zählten vor allem die Anlage von Fahrtrassen mit Betonplatten, das Aufschütten von Dämmen und Wällen, die Anlage von Gräben sowie die Errichtung von Gebäuden. Ein durch die Bautätigkeiten besonders stark betroffenes Gelände stellt der ausgewiesene Panzerschießplatz dar. Hier wurden neben den bereits erwähnten Umbaumaßnahmen zusätzlich Schießanlagen errichtet, die einer Funksteuerung bedurften, so dass das gesamte Gelände verkabelt wurde. (KAMPA, E., 1997)

Durch die Bauarbeiten aber auch durch die Übungsaktivitäten mit Panzern sowie durch das Schießen ist eine starke Verlagerung von Erdaushub und Bodenmaterial erfolgt. Neben der stetigen Störung und Verdichtung der Böden erfolgte auf dem Panzerschießplatz zusätzlich die Rückhaltung aufkommender Vegetation durch Verschnitt oder den Einsatz von Herbiziden. (BURKART, B. ET AL. in KENNETH, A. ET AL., 2004) Im Jahr 1991 wurde die militärische Nutzung des Panzerschießplatzes eingestellt. Das gesamte Gebiet des Daubaner Waldes ist 1992 in seiner Funktion als militärisches Übungsgelände aufgegeben und in das 1994 gegründete Biosphärenreservat „Heide- und Teichlandschaft“ integriert worden. Mit der Aufnahme der Flächen in das Konzept des Biosphärenreservates erfolgte die notwendige Beräumung des Gebietes von Altmunition, Beton, Kabeln und Schienen um die Kontamination des Bodens, des Grundwassers und der Gewässer zu vermeiden. In diesem Zusammenhang erfolgten wiederum Erdverlagerungen. (BURKART, B. ET AL. in KENNETH, A. ET AL., 2004)

3.5 Florencharakteristik

Aufgrund der vorherrschenden Standortbedingungen und den in Zusammenhang mit der Nutzung geschaffenen Strukturen konnten sich in der Kernzone „Daubaner Wald“ als auch auf dem ehemaligen Panzerschießplatz verschiedenste Pflanzen- und Lebensgemeinschaften entwickeln. Wie bereits in Kap.: 3.4 angedeutet zeichnet sich die Kernzone „Daubaner Wald“ zwar durch einige Dämme, Wälle und Gräben aus,

wurde aber in der Vergangenheit im Vergleich zum Panzerschießplatz weitaus weniger stark beansprucht. (BURKART, B. ET AL. in KENNETH, A. ET AL., 2004)

Aus diesem Grund konnten bereits 1997 im Rahmen der Waldbiotopkartierung des Bundesforstamtes Oberlausitz „gefährdete“ und „stark gefährdete“ (BÖHNERT, W. ET AL., 2001) Pflanzengesellschaften wie Birken- Stieleichenwald, Erlen- Moorbirken- Bruchwald, Honiggras- Eichenwald, Rauschbeeren oder Sumpfporst- Kiefern- Moorwald sowie Waldlabkraut- Hainbuchen- Wald bestimmt werden. Des weiteren treten Röhrichte und Ufer- Weidengebüsche, Großseggenriede, Nasswiesen sowie seggen- und binsenreiche Feuchtweiden als gefährdete Pflanzengesellschaften auf. (BÖHNERT, W. ET AL., 2001; WALCZAK, C. 2001)

Im Norden und im Westen ist das Gebiet der Kernzone „Daubaner Wald“ hauptsächlich durch Kiefernforste charakterisiert. Dieses monotone Bild wird vor allem im südlichen Teil durch gut strukturierte Mischbestände abgelöst. (WALCZAK, C. 2001)

Der Panzerschießplatz unterscheidet sich durch seine ehemals anthropogen geschaffenen Strukturen deutlich von der Kernzone „Daubaner Wald“. Er ist durch eine Vielzahl an Dämmen, Gräben, Fahrtrassen sowie aus Schießübungen erzeugte Einschlagsmulden gekennzeichnet. Aufgrund der nah aneinander grenzenden unterschiedlichen Strukturen ist die Fläche durch ein Mosaik an verschiedenen Vegetationseinheiten charakterisiert. (BURKART, B. ET AL. in KENNETH, A. ET AL., 2004)

Untersuchungen des Jahres 1996 beschreiben Sandtrocken- und Silbergrasrasen auf sandigen Böden, die entweder von Rotstraußgras (*Agrostis capillaris*) oder von Silbergras (*Corynephorus canescens*) dominiert werden. Neben diesen werden Heiden mit vielfältigen Übergängen zu Pfeifengrasbeständen aufgeführt. An Mulden sowie Uferzonen von Flachgewässern stocken Röhrichtbestände, Seggenriede sowie Wollgrasriede. Offene Bodenstellen werden als relativ selten erläutert, die meist nur an erosionsanfälligen Hängen der Dämme auftreten oder durch Wildwechsel verursacht werden. Neben den beschriebenen Biototypen sind nackte Torfschlammböden beschrieben, die bevorzugt durch Pioniergemeinschaften besiedelt werden. Häufig auf diesen Standorten sind Moorbärlapp (*Lycopodiella inundata*) sowie die Sonnentauarten (*Drosera rotundifolia*, *Drosera intermedia*). Grundsätzlich ist das Gebiet des Panzerschießplatzes durch Weiden- Gebüsch und Vorwälder, die von *Betula penula* dominiert sind und von *Pinus sylvestris*, *Populus*

tremula aber auch *Salix aurita* und *Betula pubescens* begleitet werden, geprägt. (KAMPA, E., 1997)

Die auf dem Panzerschießplatz vorhandenen Biotoptypen sind als „gefährdet“, „stark gefährdet“ oder als vom „Aussterben bedroht“ in der Roten Liste der Biotoptypen Sachsens verzeichnet. (Buder, W., 1999).

4. Material und Methodik

4.1 Kartenmaterial und Luftbilder

Während der Kartierungsarbeiten kamen sowohl Luftbilder als auch topographische Karten zum Einsatz. Zur Orientierung innerhalb des Untersuchungsgebietes wurde die Topographische Karte 4753- NO Hohendubrau im Maßstab 1: 10000 verwendet. Als Grundlage für die Kartierung dienten neben CIR – Luftbildern des Jahres 2000 ebenso die Topographische Karte 4753- NO Hohendubrau, die von einem Maßstab von 1: 10000 auf einen Maßstab 1: 5000 vergrößert wurden.

4.2 Kartierung der Spierstrauchvorkommen

Die Kartierung der *Spiraea*- Bestände innerhalb des Untersuchungsgebietes erfolgte unter zwei Gesichtspunkten. Zum einen handelt es sich dabei um die differenzierte Erfassung der vorhandenen Spierstraucharten und zum anderen um die Darstellung der räumlichen Verbreitung der vorkommenden Bestände.

Die Kartierungsperiode erstreckte sich über die Monate Juni bis Ende September. Dies gewährleistete, dass alle potentiell vorkommenden *Spiraea*- Arten innerhalb dieses Zeitraumes zur Blüte kommen und bestimmt werden können.

Zu Beginn der Aufnahmen erfolgte die Erkundung des zu kartierenden Gebietes unter zu Hilfenahme des in Kap.: 4.1 aufgeführten Kartenmaterials. Aufgrund der vorhandenen Luftaufnahmen konnten in spärlich waldbestockten Bereichen bereits zu Beginn der Arbeiten Spierstrauchvorkommen lokalisiert werden. Die Kartierung der während der Begehung des Gebietes erfassten Bestände erfolgte mittels GPS-Gerät/ Modell TSC 1 der Firma Trimble Navigation Systems. Um die genaue Erfassung der *Spiraea*- Bestände gewährleisten zu können, war es notwendig die Vorkommen entlang ihrer Grenzen zu umschreiten. Zusätzlich erfolgte die Erfassung des Deckungsgrades der Spiersträucher nach der Skala von BARKMAN ET AL. (1964), die eine Abwandlung der BRAUN- BLANQUET Skala darstellt (siehe Anlage 5 Tabelle 3). In diesem Zusammenhang bezieht sich der aufgenommene Deckungsgrad auf die, durch den jeweilig kartierten Bestand, eingenommene Fläche.

Während der Kartierungsarbeiten festgestellte Bereiche, die Spierstrauchvorkommen aufwiesen jedoch aufgrund der vorherrschenden Standortbedingungen nicht betreten

werden konnten, wurden mittels GPS- Gerät an ihren Grenzen erfasst und im weiteren Verlauf unter Verwendung der CIR- Luftbilder des Jahres 2000 kartiert. Im folgenden werden diese Bereiche als „separat kartierte“ Fläche oder Spierstrauchvorkommen bezeichnet.

4.3 Bestimmung der *Spiraea*- Arten

Während der Kartierungsarbeiten wurde an den aufgenommenen Standorten Pflanzenmaterial, wie Blütenstände und beblätterte Zweige, der vorkommenden *Spiraea*- Arten gesammelt. Die Bestimmung der Arten erfolgte mittels Labormikroskop (Firma Bresser Optik) und Lupe (16- fache Vergrößerung) sowie der Kombination der im folgenden angeführten Bestimmungsliteratur: ADOLPHI, K. (1995); ADOLPHI, K. & NOWACK, R. (1983); SCHMIDT, P. A. (1983); SILVERSIDE, A. J. (1990) sowie SILVERSIDE, A. J. (1988).

Zusätzliche Informationen zu den Arten vermittelte Dr. Klaus Adolphi, Professor am Institut für Biologie und ihre Didaktik der Universität zu Köln.

Grundsätzlich erfolgte die Bestimmung der Spiersträucher bis zur Art. Ausnahme stellen die interspezifischen Hybriden der Sektion *Spiraea* dar, die mit Ausnahme von *Spiraea x rosalba* DIPP. als *Spiraea x billardii* agg. angegeben werden. Die Wahl dieser Bestimmungshierarchie ist zum einen in der Problematik der taxonomischen Zuordnung als auch in der hohen Variabilität der Merkmalsausprägung der zu dieser Aggregation gehörenden Hybriden (siehe Kap.: 2.4) begründet.

Kritische Arten, die aufgrund der ausgeprägten Merkmalskombinationen nur unter Vorbehalt bestimmt werden konnten, wurden herbarisiert und Professor Dr. Klaus Adolphi zur Kontrolle zugesandt.

4.4 Kartographische Darstellung

Die Ergebnisse der Kartierungs- und Bestimmungsarbeiten stellen die Grundlage der Verbreitungskarte der *Spiraea*- Bestände innerhalb des Untersuchungsgebietes dar. In Zusammenhang mit den Rasterdaten der topographischen Karte (Koordinatenausschnitt: R 5472000, H 5682000/ R5476000, H 5686000) im Maßstab 1: 10000 erfolgte die Darstellung der aufgenommenen Vorkommen im ArcView 3.1.

Die bearbeitete Karte wurde auf den Maßstab 1: 5000 vergrößert, so dass *Spiraea*-Bestände mit geringer Flächenausdehnung ebenso aufgezeigt werden konnten.

Neben der Wiedergabe der räumliche Verteilung der Spierstrauchvorkommen erfolgte die kartographische Darstellung nach einem klassifizierenden Konzept. Dazu wurden die *Spiraea*- Bestände sowohl nach Deckungsgrad als auch nach Artenzusammensetzung untergliedert, so dass die erstellte Karte neben Einzelvorkommen und Reinbeständen auch Mischvorkommen aufzeigt. Bei den Einzelvorkommen handelt es sich um aus der Kartierung hervorgegangene Spierstrauchvorkommen, die einerseits als Einzelexemplare aufgetreten sind oder andererseits aufgrund ihrer geringen räumlichen Ausdehnung im gewählten Kartenmaßstab 1: 5000 nicht flächenhaft darstellbar waren. Reinbestände stellen Spierstrauchbestände dar, die nur eine *Spiraea*- Art enthalten. Im Gegensatz dazu spiegeln Mischbestände Vorkommen der Spiersträucher wieder, in die sich neben einer *Spiraea*- Art eine weitere Art mit mehr als 10 Einzelexemplaren eingliedern.

Die durch CIR- Luftbildaufnahmen separat kartierten Spierstrauchvorkommen wurden im Corel Draw bearbeitet. In diesem Zusammenhang erfolgte eine detailliertere Untergliederung dieser Bereiche nach unterschiedlichem Deckungsgrad anhand der bei der Luftbilddauswertung erkannten unterschiedlichen Strukturen und Farbtönungen sowie der eigenen Beobachtungen aus dem Freiland. Die Darstellung der beschriebenen Standorte wurde in einer separaten Karte im Maßstab 1: 5000 realisiert.

4.5 Erfassung der Vegetation im Bereich der Spierstrauchvorkommen

4.5.1 Erfassung und Bestimmung der Pflanzenarten

Im Bereich der kartierten Spierstrauchvorkommen erfolgte die Erfassung weiterer Pflanzenarten sowohl innerhalb der Bestände als auch im Umkreis von 1 m um die Bestandsgrenzen. Diese Vorgehensweise gewährleistet die Aufnahme der zur Standortcharakteristik benötigten Artenzahl auch bei hohen Deckungsgraden der kartierten Spierstrauchvorkommen. Die Vegetationsaufnahmen verliefen zeitgleich mit den Kartierungsarbeiten von Juni bis September.

Die Bestimmung der Farn- und Blütenpflanzen erfolgte neben weiterer Literatur hauptsächlich anhand ROTHMALER, W. ET AL. (1995) in Verbindung mit dem

HAEUPLER, H. ET AL. (2000) sowie BENKERT, D. ET AL. (1996). Grundlegend für die Bestimmung der Moose aber auch einiger Flechten waren neben weiterer Literatur JAHNS, H. M. (1995) sowie DÜLL, R. (1997).

Die für jeden Standort bestimmten Pflanzenarten wurden in einer Vegetationstabelle zusammengefasst.

4.5.2 Bewertung der Standorte anhand der Pflanzen

Den für die Spierstrauchvorkommen tabellarisch zusammengefassten Pflanzenarten wurden bis auf *Rubus fruticosus* agg., *Pinus strobus* und *Quercus robur* Zeigerwerte nach ELLENBERG ET AL. (1992) zugeordnet. Um die Standortverhältnisse am Ort der Spierstrauchvorkommen zu kennzeichnen wurde ein quantitatives Verfahren ausgewählt., dass auf der Berechnung des Medians der Zeigerwerte jedes Faktors beruht.

Die Berechnung der mittleren Zeigerwerte erfolgte im Exel ohne Berücksichtigung der bereits benannten Arten (siehe oben) sowie der indifferenten Arten. Ebenso wurden die vorkommenden Flechten nicht in die Berechnung integriert, da alle erfassten Flechtenarten nicht auf Böden sondern auf morschem Holz oder an Bäumen gefunden worden sind. Zusätzlich erfolgte für jedes kartierte Spierstrauchvorkommen die Darstellung der Zeigerwertspektren hinsichtlich der ökologischen Faktoren Licht, Feuchte, Bodenreaktion sowie Stickstoffgehalt.

Neben diesen Auswertungen wurden die Bereiche der Spierstrauchvorkommen hinsichtlich ihrer Zeigerwerte sowohl allgemein als auch bestandsbezogen ausgewertet. In diesem Zusammenhang sind Zeigerwertspektren erstellt worden, die die Häufigkeit der Spierstrauchvorkommen unterschiedlicher Artenzusammensetzung in Bezug auf die mittlere Licht-, Feuchte-, Reaktions- und Stickstoff- Zahl darstellen. Weiterhin wurden Zeigerwertspektren erstellt die die verschiedenen Deckungsgrade der Spierstrauchvorkommen eines Typs in Bezug auf die benannten mittleren Zeigerwerte berücksichtigen. An dieser Stelle sei bemerkt, dass der Standort Nr.: 31 , da hier nur *Molinia caerulea* begleitend auftrat, nicht in die Auswertung mit einbezogen wurde. Standort Nr.:177 wurde ebenso nicht in die Gesamtauswertung aufgenommen sondern separat ausgewertet.

4.6 Untersuchungen zum Wurzelsystem

Unter dieser Überschrift ist einerseits die Erfassung der Wurzelstruktur sowie Untersuchungen zum Regenerationsverhalten anhand des Wurzelsystems zu verstehen.

4.6.1 Erfassung der Wurzelstruktur für *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Die Aufnahme der Wurzelstruktur erfolgte für *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. auf unterschiedliche Weise. Im Allgemeinen wurden Exemplare beider Arten weiträumig ausgegraben und gekennzeichnet. Um das so gewonnene Pflanzenmaterial von Erde zu befreien empfiehlt BÖHM, W.(1979) die mehrmalige Waschung des Wurzelsystems unter fließendem Wasser in Verbindung mit der Entnahme überschüssigen Bodensubstrates mit den Händen. Diese Methode war jedoch aufgrund des hohen Feinwurzelanteils und der starken mechanischen Beanspruchung durch den Gebrauch der Hände nicht praktikabel. Aus diesem Grund kam ein Kärcher (K5.000M) zum Einsatz, der mittels regulierbarem Wasserstrahl und Druck eine vollständige Freilegung des Wurzelsystems gewährleistete ohne es zu beschädigen. Im Anschluss an diese Maßnahmen erfolgte die Aufnahme wesentlicher Merkmale sowie die Dokumentation dieser mittels Fotos (Minolta, Dynax 5/ Spiegelreflex- Kamera).

Im Bereich der zusätzlich eingerichteten Probefläche auf dem Gelände des ehemaligen Panzerschießplatzes (siehe Abb.: 3 Kap.: 3) erfolgte die Anlage einer Profilwand um die Wurzelverteilung von *Spiraea douglasii* HOOK. im Boden näher zu betrachten. Die Anlage der Profilwand wurde in Anlehnung an die von BÖHM, W. (1979) dokumentierte Profilwandmethode durchgeführt. Dazu wurde zunächst, aufgrund der in anbetracht der Nutzungsgeschichte zu erwartenden Heterogenität dieser Fläche, die Länge der Profilwand auf 3 m und die Tiefe auf 1 m festgelegt. Danach erfolgte das Ausheben des Profilgrabens mittels Spaten und Grabe- Gabel. Unter Verwendung von Spachteln unterschiedlicher Größe, einem Messer und einem Pinsel erfolgte die Präparation der Profilwand, so dass Wurzelsegmente sichtbar wurden. Die hervortretenden Wurzelbestandteile wurden entgegen der von BÖHM, W. (1979) beschriebenen Methode mit einer

Pflanzenschutzspritze mit Druckluft anstelle mit Wasser abgesprüht um das überwiegend sandige Substrat nicht vollständig auszuspülen aber dennoch das an den Wurzeln anhaftende Material entfernen zu können. Nach der Präparation der Profilwand wurde die Wurzelverteilung mittels einer Klarsichtfolie, die auf eine mit einem Raster (10 cm x 10 cm) versehene Plexiglasscheibe (5 mm Dicke) aufgebracht war, abgezeichnet. Zusätzlich sind einige Informationen zum strukturellen Aufbau und weiteren Merkmalen des Bodens nach KA 4 aufgenommen worden.

Die auf diese Weise entstandenen Folienbilder wurden gescannt und im Corel Draw bearbeitet. Die Darstellung erfolgte in einem Maßstab von 1: 10.

4.6.2 Untersuchungen zum Regenerationsverhalten anhand des Wurzelsystems

Die Untersuchungen zum Regenerationsverhalten erfolgten für die Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. von denen mehrere Exemplare an den in Anlage 4 Abbildung 6 aufgezeigten Standorten entnommen wurden. Die Entnahme der Pflanzen erfolgte durch Ausgraben einen Tag vor Beginn des jeweiligen Untersuchungszeitraumes. Bis auf jeweils drei Pflanzen pro Art sind die auf diese Weise gewonnenen Wurzeln mittels Kärcher von überschüssigem Bodensubstrat befreit und über Nacht in einer wasserbefüllten Wanne gelagert worden. Diese Vorgehensweise wurde ausgewählt um die Austrocknung der gesammelten Wurzeln zu vermeiden. Die Untersuchungen zum Regenerationsverhalten von *Spiraea douglasii* HOOK. begannen am 15.06.05, für *Spiraea tomentosa* L. erfolgte der Beginn am 27.07.05. Die Ansätze der verschiedenen Wurzelobjekte wurden unter unterschiedlichen Feuchte- Bedingungen in der Klimakammer bei einer simulierten Tagestemperatur von 25 °C und einer Nachttemperatur von 15 °C in einem jeweils zwölfstündigem Tag-/ Nacht-Rhythmus über 6 Wochen beobachtet. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes erfolgte in regelmäßigen Abständen eine wöchentliche Kontrolle bei der die Länge der neu ausgetriebenen Sprosse mittels eines Federstahl- Lineals vermessen wurde. Zusätzlich wurde die Entwicklung jedes Versuchsansatzes über den gesamten Versuchszeitraum durch Fotos dokumentiert.

a) Untersuchungen zum Regenerationsverhalten anhand verschiedener Wurzelobjekte

Um zu klären wie stark verschiedene Wurzelsegmente in der Lage sind sich zu regenerieren erfolgte der Ansatz unterschiedlicher Wurzelobjekte in jeweils drei Feuchte- Stufen mit je fünf Vergleichsansätzen. In diesem Zusammenhang handelt es sich bei den Wurzelobjekten um 5 cm und 10 cm lange Wurzelstücken, die im Vorfeld abgemessen und mit einer handelsüblichen Gartenschere aus dem Wurzelsystem entnommen worden sind sowie um verdickte Wurzelbestandteile, die im folgenden als „Wurzelknoten“ bezeichnet werden. Bei den letztgenannten erfolgte in Vorbereitung auf den Versuch ein Rückschnitt der Sprosse bis auf 1 cm über dem „Wurzelknoten“ sowie die Entfernung starker Wurzeln oder Ausläufer. Im Anschluss an diese Maßnahmen sind die verschiedenen Wurzelobjekte in Blumentöpfe eingesetzt und mit dem am jeweiligen Entnahmestandort vorhandenen Substrat bedeckt worden. Dabei handelte es sich bei *Spiraea douglasii* HOOK. um lehmigen Sand und bei *Spiraea tomentosa* L. um mullartiges organisches Material. Es wurde insbesondere darauf geachtet, dass die 5 cm und 10 cm langen Wurzelfragmente und die „Wurzelknoten“, ausgenommen der an den letztgenannten verbliebenen 1 cm langen Sprossreste, vollständig bedeckt waren.

Die unterschiedlichen Feuchte- Stufen „trocken“, „feucht“ und „überstaut“ wurden einerseits durch einen entsprechenden Gieß- Rhythmus und andererseits durch Einstellen der vorbereiteten Ansätze in wassergefüllte Wannen realisiert. In diesem Zusammenhang wurden die Versuchsansätze der „trockenen“ Stufe einmal wöchentlich und diejenigen der „feuchten“ Stufe dreimal wöchentlich in regelmäßigen Abständen gewässert. Die Versuchsansätze der „überstauten“ Feuchte- Stufe wurden in Wannen mit 2,5 cm Wasserspiegelhöhe platziert.

b) Überschüttungsversuche

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die benannten Spierstraucharten auf ihre Fähigkeit zur Regeneration des Sprosssystems bei Überschüttung mit Bodensubstrat überprüft. Dazu wurden drei unversehrte Pflanzen der jeweiligen Arten mit dem um die Wurzel befindlichen Boden in einer Wanne nebeneinander platziert. Zusätzlich erfolgte der Rückschnitt der vorhandenen Sprosse auf 15 cm, so dass ein zusätzlicher

Energiegewinn durch Photosynthese ausgeschlossen und die vollständige Überschüttung der Pflanzen simuliert werden konnte. Die so bearbeiteten Pflanzen wurden mit dem jeweilig am Standort vorhandenen Substrat (siehe Kap. 4.6.2 a)) überschüttet, so dass sich die Bodenoberfläche ca. 15 cm über den zurückgeschnittenen Sprossen befand.

c) Auswertung der Regenerationsuntersuchungen

Die Auswertung der Regenerationsuntersuchungen erfolgte einerseits durch die graphische Darstellung der Entwicklung der Länge der vermessenen Sprosse und andererseits durch ein statistisches Auswertungsverfahren. Die statistische Auswertung erfolgte mittels WINSTAT im EXEL und berücksichtigte insbesondere auftretende Unterschiede zwischen den verschiedenen Wurzelobjekten der verschiedenen Arten sowie zwischen den verschiedenen Feuchte- Stufen. Die Durchführung der statistischen Auswertung erfolgte in Bezug auf die maximale Anzahl der ausgebildeten Sprosse (siehe Anlage 5 Tabelle 4) der 5 cm Wurzeln, der 10 cm Wurzeln sowie der „Wurzelknoten“. In diesem Zusammenhang wurden zur Auswertung von *Spiraea douglasii* HOOK. die in Anlage 5 Tabelle 15 und Tabelle 16 dargestellten Werte verwendet und für *Spiraea tomentosa* L. diejenigen der Tabellen 17 und 18. Im Rahmen der vergleichenden Auswertungen zwischen den beiden Arten kamen die in Anlage 5 Tabelle 4 dargestellten Daten zum Einsatz. Im Vorfeld der statistischen Auswertungen erfolgte die Überprüfung der Verteilung der verwendeten Daten (maximalen Anzahl der Sprosse) in graphischer Form. Dies wurde realisiert indem die Sprossanzahl der einzelnen Ansätze jedes Wurzelobjektes definiert eingeteilten Häufigkeitsklassen (siehe Anlage 5 Tabelle 5) zugeordnet wurde. Die Auswahl der Test- Verfahren erfolgte nach MÜHLENBERG, M. (1993). Grundsätzlich wurden bei der statistischen Auswertung zwei unterschiedliche Testverfahren angewendet. Für die Gegenüberstellung von zwei verschiedenen Gruppen kam der U- Test von Mann und Whitney und von mehr als zwei Gruppen der H- Test von Kruskal und Wallis zum Einsatz.

4.7 Keimungsversuche für *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Um eine weitere Reproduktionsstrategie von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. näher charakterisieren zu können, wurden Keimungsversuche durchgeführt. Dazu wurden Anfang Oktober gereifte Blütenstände der beiden Arten gesammelt und in einer Folientüte ausgeschüttelt. Die auf diese Weise gewonnenen Samen sind nochmals ausgesiebt worden um eine Vielzahl an welken Blütenblättern und Staubblättern zu entfernen.

4.7.1 Direktsaat

In Vorbereitung auf die direkte Aussaat der Samen wurden diese für vier Stunden in eine mit Leitungswasser gefüllte Petrischale überführt und quellen gelassen. Im Anschluss daran wurden jeweils 50 gequollene Samen in mit Filterpapier ausgelegte Petrischalen ausgesät.

Ähnlich wie in den Untersuchungen zum Regenerationsverhalten der verschiedenen Wurzelobjekte wurden die Samen der beiden Arten unter drei unterschiedlichen Feuchte- Bedingungen angesetzt, so dass je Feuchte- Stufe und Art drei Vergleichsproben zur Verfügung standen. Das Einstellen der abgestuften Feuchte-Verhältnisse erfolgte durch Zugabe von 1 ml Wasser für trockene Bedingungen, von 5 ml Wasser für feuchte Keimungsbedingungen und 15 ml Wasser für die Simulation überstauter Verhältnisse. Um eine Verdunstung des Wassers zu vermeiden und die eingestellten Feuchte- Bedingungen zu erhalten, wurden die Petrischalen zusätzlich mit Deckeln versehen.

Grundsätzlich sind für jede Feuchte- Stufe drei Petrischalen mit jeweils 50 Samen angesetzt und für sieben Tage bei 25°C in die Klimakammer gestellt worden. Nach Ablauf des 7 tägigen Untersuchungszeitraumes (18.10. 05 bis 25.10.05) wurden die gekeimten Samen unter dem Binokular ausgezählt und die Keimungsrate für jeden Ansatz berechnet. In diesem Zusammenhang galt ein Samen als gekeimt, wenn die Radicula die Samenschale durchbrochen hatte.

4.7.2 Keimfähigkeitstest

Im Vorfeld der im Kap.: 4.7.1 beschriebenen Direktsaat war die Durchführung eines Keimfähigkeitstests mit Triphenyltetrazoliumchlorid, im folgenden als TTC bezeichnet, angedacht. Bei diesem Test ist es jedoch notwendig die vorhandenen Samen so zu teilen, dass der Embryo längs halbiert wird. (ESCHRICH, W., 1976) Nach Betrachtung einiger Samen unter dem Mikroskop und dem mehrmaligen Versuch den Samen mittels Skalpell zu halbieren, musste jedoch festgestellt werden, dass diese Vorgehensweise aufgrund der geringen Größe und der starken Quetschung des Samens nicht durchführbar ist.

Aus diesem Grund wurde ein anderes Verfahren angewandt, das in der Mikrobiologie zum Nachweis der Dehydrogenaseaktivität beispielsweise bei Boden-Wasser, Schlamm- und Gewebeprobe angewendet wird. In Anlehnung an die im Praktikum- Manuskript der Mikrobiologie von Prof. Ramm, W. enthaltene Versuchsdurchführung zur Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität wurden für jede der zu untersuchenden Arten vier Ansätze mit je 0,1 g (Frischmasse) Samen hergestellt. Dabei handelt es sich bei Ansatz 1 um oberflächendesinfizierte Samen und bei Ansatz 2 um Samen die keiner Desinfektion unterzogen wurden. Ansatz 3 stellt eine Gegenprobe zu den bisher erwähnten Ansätzen dar, da sie abgetötete Samen enthält. Sie soll dazu dienen eventuell auftretende formazanbedingte Rot-Färbungen des Samenmaterials, die die nach Abtöten dennoch auftreten können (DÖRNCHEN NEUMANN, J. mündlich, 2005), festzustellen. Neben diesen drei Ansätzen wurde eine weitere Probe hergestellt, die der Ermittlung der Eigenfarbe der Samen diene und mit Ansatz 4 bezeichnet wurde. Im folgenden werden die verschiedenen Ansätze in ihrer Zusammensetzung und Herstellung näher erläutert:

Ansatz 1 (Vollprobe): Die in diesem Ansatz enthaltenen Samen wurden im Vorfeld der weiteren Bearbeitung einer Oberflächen- Desinfektion nach ESCHRICH, W. (1976) unterzogen um anhaftende Bakterien abzutöten. Dazu wurden die Samen mit 95% Ethanol übergossen und kurz darauf gründlich mit Leitungswasser gewaschen. Im Anschluss daran sind die Samen für etwa 1 min in 1% Natriumchlorid- Lösung überführt und anschließend wieder gründlich gewaschen worden.

Die auf diese Weise behandelten Samen wurden in einem Tube mit 1 ml Phosphatpuffer (0,5 M, pH 7,4), im folgenden pH- Puffer genannt und 1 ml TTC-

Lösung versetzt, geschüttelt und eine Stunde bei 37°C im Dunkeln inkubiert. Nach der Inkubation und Zentrifugation bei $g = 10000 \text{ cm/s}^2$ für 10 min sind zusätzlich 5 ml Extraktionslösung (100 ml Aceton und 100 ml Ethanol (96%) in Mischung) hinzugegeben und bei Raumtemperatur 1 h im Dunkeln extrahiert worden. Die Extraktionsphase wurde 2x durchgeführt. Im Anschluss an die Extraktion erfolgte wiederum die Zentrifugation des Ansatzes unter den bereits beschriebenen Parametern.

Ansatz 2 (vorhandene Formazanbildung bei anhaftende Bakterien): Diese Probe wurde bis auf die in diesem Fall nicht durchgeführte Oberflächendesinfektion wie die Vollprobe behandelt.

Ansatz 3 (vorhandene Formazanbildung bei totem Material): Die in ein Tube überführten Samen wurden mit 1 ml pH- Puffer versetzt und für 20 min bei 121°C im Autoclaven abgetötet. Danach wurde dieser Probe 1 ml TTC- Lösung hinzugefügt und es folgte die Weiterbehandlung wie für Ansatz 1 beschrieben. Nach dem ersten Zentrifugations- Vorgangs schloss sich eine Filtration des trüben Überstandes an. Dieser wurde im weiteren Verlauf durch Entnahme von 550 µl der TTC/ pH- Puffer- Lösung und Zugabe von 550 µl pH- Puffer auf eine Konzentration von 1:2 verdünnt. Der verdünnte Überstand wurde aufgrund der starken Verunreinigung mit Schwebstoffen photometrisch vermessen um diesen Absorptionswert bei der Auswertung mit beachten zu können. Nach der photometrischen Analyse erfolgte die Extraktion der Gesamtprobe, wie sie für Ansatz 1 beschrieben wurde.

Ansatz 4 (vorhandene Eigenfärbung der Samen): Die in diesen Tube überführten Samen wurden wie für die Vollprobe beschrieben, oberflächendesinfiziert. Zusätzlich erfolgte die Zugabe von 1 ml pH- Puffer und 1 ml TTC- Lösung. Anschließend wurde die Probe wie die Vollprobe weiter behandelt wobei die Extraktionsphasen mittels Extraktionspuffer entfielen.

Im Anschluss an die zweite Zentrifugation sind die verbleibenden Überstände aller 4 Ansätze separat abgezogen und bei $\lambda = 492,1 \text{ nm}$ photometrisch hinsichtlich ihrer Absorption vermessen worden.

Um den tatsächlichen Gehalt an Formazan zu ermitteln, der bei keimfähigen Samen entsteht, war es notwendig die durch Ansatz 2 bis Ansatz 4 erhaltenen Werte sowie zusätzlich gemessene Absorptionen des pH- Puffers, der TTC- Lösung und der Extraktionslösung mit der Vollprobe zu verrechnen. Dies erfolgte auf folgender Formel- Grundlage:

$$Bw(\text{Eigenfärbung}) = Abs4 - Bw1$$

$$Bw(\text{tot}) = Abs3 - Bw3 - Bw2 - Bw(\text{Eigenfärbung})$$

$$F(\text{mit Bakterien}) = Abs2 - Bw2 - Bw(\text{Eigenfärbung}) - Bw(\text{tot})$$

$$F(\text{ohne Bakterien}) = Abs1 - Bw2 - Bw(\text{Eigenfärbung}) - Bw(\text{tot})$$

Erläuterungen:

Abs1...	gemessene Absorption Ansatz 1
Abs2...	gemessene Absorption Ansatz 2
Abs3...	gemessene Absorption Ansatz 3
Abs4...	gemessene Absorption Ansatz 4
Bw1...	gemessene Absorption der Lösung: 1 ml pH- Puffer + 1 ml TTC
Bw2...	gemessene Absorption der Lösung: 1 ml pH- Puffer + 1 ml TTC + 10 ml Extraktionslösung
Bw3...	ermittelte Absorption der Schwebstoffe Ansatz 2
Bw(Eigenfärbung)...	Absorptionswert der Eigenfärbung der Samen
Bw(tot)...	Absorptionswert bei abgetöteten Samen
F(mit Bakterien)...	Absorptionswert der Samen ohne Oberflächenbehandlung unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren
F(ohne Bakterien)...	Absorptionswert der Samen mit Oberflächenbehandlung unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren

5. Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der differenzierten Kartierung des Hauptuntersuchungsgebietes

Im Rahmen der differenzierten Kartierung konnten innerhalb des Hauptuntersuchungsgebietes der Kernzone „Daubaner Wald“ insgesamt 227 Standorte, die sich durch vorhandene Spierstrauchvorkommen auszeichnen, lokalisiert werden (Anlage 1, Karte 1 in Verbindung mit Anlage 1, Karte 2). Bei den durchgeführten Kartierungsarbeiten wurden drei verschiedene Vertreter der Gattung *Spiraea* erfasst. Dabei handelt es sich um *Spiraea tomentosa* L., *Spiraea douglasii* HOOK. und Mitglieder der *Spiraea x billardii* agg. Zusätzlich wurden zwei Spierstrauchvorkommen kartiert, die keiner der innerhalb der Gattung *Spiraea* beschriebenen Arten zugeordnet werden konnten. Einen umfassenden Überblick über die kartierten Spierstrauchbestände und ihren Eigenschaften gibt Anlage 5 Tabelle 6. Die Lokalisierung der Standorte der Spierstrauchbestände innerhalb des Untersuchungsgebietes ist in Verbindung mit Anlage 2 Karte 1 möglich.

Spiraea tomentosa L. (siehe Anlage 7 Herbarnr.: 1 und Herbarnr.: 2) tritt innerhalb des Untersuchungsgebietes sowohl als Einzelvorkommen als auch als Reinbestand auf. Neben diesen wurden Mischbestände mit Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK., Vertretern der *Spiraea x billardii* agg. und beiden Gattungsangehörigen gefunden. Erwähnt werden soll an dieser Stelle, dass für die kartierten Mischbestände die Dominanz von *Spiraea tomentosa* L. im Vergleich zu den anderen vorkommenden Spierstraucharten charakteristisch ist. Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L. mit Deckungsgraden unter 5 % bis hin zu Deckungsgraden von 80 % zu finden.

Spiraea douglasii HOOK. ist innerhalb des Untersuchungsgebietes in zwei Variationen vertreten. Dabei handelt es sich um *Spiraea douglasii* HOOK. var. *menziesii* (HOOK.) PRESL. (siehe Anlage 7 Herbarnr.: 4 und Herbarnr.: 5) an den Standorten Nr.1; 2, 30 und 104 sowie *Spiraea douglasii* HOOK. var. *douglasii* (siehe Anlage 7 Herbarnr.: 6) an allen weiteren für diese Art ausgewiesenen Standorten. *Spiraea douglasii* HOOK. kommt nicht nur in Mischbeständen mit *Spiraea tomentosa* L., die einen Deckungsgrad von 5 % bis maximal 75 % aufweisen, vor sondern konnte ebenso als Einzelvorkommen kartiert werden. Zudem treten neben den bereits

erwähnten Mischbeständen mit *Spiraea tomentosa* L. Mischbestände mit Angehörigen der *Spiraea x billardii* agg. in Deckungsgraden von 26 %- 75 % auf. Angehörige der *Spiraea x billardii* agg. sind sowohl als Einzelvorkommen als auch in den bereits geschilderten Mischbeständen zu finden. Reinbestände dieser Aggregation konnten im Gegensatz zu den anderen Arten nicht kartiert werden. Bei der Bestimmung der Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. erwiesen sich die Vorkommen häufig als *Spiraea x billardii* HÉRINCQ (siehe Anlage 7 Herbarnr.: 3). Neben dieser Art kann jedoch das Vorhandensein von *Spiraea x pseudosalicifolia* SILVERSIDE nicht vollständig ausgeschlossen werden. Zusätzlich scheint an den Standorten 18, 19 und 37 *Spiraea x macrothyrsa* DIPP. neben *Spiraea x billardii* HÉRINCQ und *Spiraea douglasii* HOOK. vorzukommen. Einen Überblick über die Häufigkeit der Spierstrauchbestände unterschiedlicher Typisierung gibt Anlage 5 Tabelle 10.

Wie aus Anlage 1 Karte 1 hervorgeht, sind eine Vielzahl der kartierten Spierstrauchvorkommen auf Wegen, Schneisen und entlang von Gräben und in Verlandungsbereichen zu finden. Neben diesen konnten insbesondere Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. und Mischbestände dieser Art mit *Spiraea douglasii* HOOK. auf unbewaldeten Flächen aber auch in lichten Kiefernwäldern kartiert werden.

Grundsätzlich sind Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L. wesentlich häufiger verbreitet als Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. und der *Spiraea x billardii* agg. (siehe Anlage 5 Tabelle 10).

Insbesondere im Norden des Untersuchungsgebietes treten eine Vielzahl großflächiger Bestände, bei denen es sich neben Mischbeständen von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. vorwiegend um Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. handelt, auf. Eine der durch Spiersträucher am stärksten bedeckten Flächen stellt der in Anlage 1 Karte 2 separat dargestellte Ausschnitt des Untersuchungsgebietes dar. Hierbei handelt es sich um Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L. Andere Spierstraucharten werden in diesem Bereich zwar vermutet, konnten aber aufgrund der für diesen Bereich angewendeten Kartierungsmethodik nicht erfasst werden (siehe Kap.: 4.2).

Im Süden des Untersuchungsgebietes werden die oben genannten Bestände vor allem durch vergleichsweise kleinflächige Rein- und Mischbestände (siehe Anlage 1 Karte 1) sowie eine Vielzahl an Einzelvorkommen abgelöst. In diesem Bereich ist zudem

der überwiegende Teil der Spiersträucher der *Spiraea x billardii* agg. zu finden. Im südöstlichen Teil der Kernzone „Dabaner Wald“ konnten im Gegensatz zu den übrigen Bereichen nur wenige Spierstrauchvorkommen kartiert werden.

5.2 Ergebnisse der Erfassung der begleitenden Pflanzen im Bereich der Spierstrauchvorkommen innerhalb des Hauptuntersuchungsgebietes

Für die kartierten Spierstrauchbestände konnten insgesamt 254 weitere Pflanzenarten bestimmt werden (siehe Anlage 5 Tabelle.: 7) In diesem Zusammenhang traten in den Bereichen der Spierstrauchvorkommen vor allem *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* und *Betula pendula* auf. *Betula pubescens* war vor allem im Süden des Untersuchungsgebietes zu finden und kam dort in Verbindung mit *Betula pendula* vor. Neben diesen Baumarten kamen häufig *Sorbus aucuparia* und *Frangula alnus* als Jungwuchs oder stark verbissen am Standort der kartierten Spierstrauchvorkommen vor. Vor allem an Gräben, Verlandungszonen und Feuchtbereichen traten Erlen und Weiden hinzu. Im Gegensatz zu den genannten Arten wurden *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Larix decidua*, *Pinus strobus* und *Quercus rubra* nur an vereinzelt Standorten gefunden.

Unter den Gräsern stellt *Molinia caerulea* eine der im Bereich der Spierstrauchbestände am häufigsten vorkommende Art dar, die nicht selten von *Deschampsia flexuosa*, *Deschampsia cespitosa* sowie *Calamagrostis cannescens* und *Calamagrostis epigeios* begleitet wird. Ebenso zahlreich sind *Spiraea*- Bestände, die Vorkommen von *Holcus lanatus*, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis canina* aber auch *Agrostis capillaris* aufweisen.

Carex brizoides, *Carex nigra*, *Carex pallescens*, *Carex pillulifera* und *Carex remota*, die zumeist an Gräben auftrat, konnten ebenso wie *Juncus conglomeratus* und *Juncus effusus* in einer Vielzahl der Spierstrauchbestände gefunden werden. In Beständen im Bereich von Wegen und Schneisen trat häufig *Juncus tenuis* auf. Weitere Arten, die sehr häufig an Standorten der Spierstrauchbestände gefunden werden konnten, stellen *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilata*, *Pteridium aquilinum*, *Dryopteris filix mas* sowie *Calluna vulgaris* dar. Ebenso zahlreich traten *Spiraea*- Bestände mit Vorkommen von *Lycopus europaeus*, *Peucedanum palustre*, *Lysimachia vulgaris* und *Phragmites australis* auf. Nicht selten konnten zudem *Galium palustre*, *Galeopsis pubescens* aber auch *Bidens tripartita* erfasst werden.

Unter den Moosen sind vor allem *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Polytrichum formosum* sowie *Sphagnum fallax* zu nennen, da sie in vielen der kartierten Spierstrauchbestände vorkommen.

Neben diesen im Bereich der Spierstrauchbestände vergleichsweise sehr zahlreich vorkommenden Arten konnten an vereinzelten Standorten Pflanzen gefunden werden, die in der Roten Liste der Farn- und Samenpflanzen Sachsens (2000) aufgeführt sind oder in der Artenliste der Moose Sachsens (1996) mit einer Gefährdungskategorie angegeben werden. Insgesamt konnten 18 Rote Liste Arten im Bereich verschiedener Spierstrauchbestände gefunden werden. Anlage 5 Tabelle 8 gibt die gefundenen Arten mit ihrer für Sachsen angegebenen Gefährdungskategorie sowie ihrem Schutzstatus nach §1 Anlage 1 der Bundesartenschutzverordnung wieder. Die Fundorte der Rote Liste- Arten können in Verbindung mit Anlage 2 Karte 1 lokalisiert werden.

5.3 Ergebnisse der Auswertungen der im Bereich der Spierstrauchvorkommen erfassten Vegetation innerhalb des Hauptuntersuchungsgebietes

Die für jedes kartierte Spierstrauchvorkommen aufgenommenen Pflanzenarten inklusive ihrer Zeigerwerte (vgl. Anlage 5 Tabelle 7) sind in Anlage 8 Übersicht Pflanzen zusammengefasst. Eine Übersicht der standortbezogenen berechneten mittleren Zeigerwerte gibt Anlage 5 Tabelle.: 9. In diesem Zusammenhang kann die Lokalisierung der nummerierten Standorte in Verbindung mit Anlage 2 Karte 1 erfolgen.

Die Spektren der mittleren Zeigerwerte jedes aufgenommenen Spierstrauchvorkommens, die im folgenden für die kartierten Standpunkte zusammenfassend dargestellt werden, können Anlage 8. unter Standorte_ Zeigerwertspektren entnommen werden.

5.3.1 Überblick über das Spektrum der ökologischen Zeigerwerte

Im Rahmen der Auswertung der Zeigerwerte konnten den kartierten Standorten bezüglich ihrer mittleren Lichtzahl drei Zeigerwertstufen zugeordnet werden. Dabei handelt es sich wie Anlage 4 Abbildung 7 zeigt um die mittleren Lichtzahlen 6 (zwischen Halbschatten und Halblichtpflanze stehend), 7 (Halblichtpflanze) und 8

(Lichtpflanze). Im Allgemeinen unterscheiden sich die beiden Kategorien 6 und 7 bezüglich der Anzahl der Standorte, die ihnen zugeordnet werden konnten nur geringfügig. Standorte, die sich durch die mittlere Licht- Zahl 8 auszeichnen, konnten dagegen nur sehr selten gefunden werden. Grundsätzlich ist zu erkennen, dass die meisten Spierstrauchvorkommen durch die Lichtzahl 7 charakterisiert sind.

Hinsichtlich der berechneten mittleren Temperaturzahlen nehmen die kartierten Standorte ein Spektrum zwischen 3 (Kühlezeiger) und 6 (zwischen Mäßigwärmezeiger und Wärmezeiger) ein. Wie Anlage 4 Abbildung 8 zeigt, lassen sich 75,6 % der Spierstrauchbestände der mittleren Temperaturzahl 5 (Mäßigwärmezeiger) zuordnen und überwiegen damit deutlich gegenüber weiteren Standorten anderer Temperatur- Zahlen.

In Bezug auf die Kontinentalitäts- Zahl konnten *Spiraea*- Standorte mit mittleren Werten von 3 (zwischen ozeanisch und subozeanisch stehend) bis hin zu 5 (intermediär) gefunden werden. Aus Anlage 4 Abbildung 9 ist ersichtlich, dass der Hauptanteil der Standorte durch die Kontinentalitätszahl 3 charakterisiert wird. Am zweithäufigsten sind Standorte mit einer Kontinentalitätszahl 5 gefolgt von solchen, die durch Pflanzenarten mit Schwerpunkt in Mitteleuropa (K = 4) charakterisiert werden.

Das Spektrum der Feuchtezahlen (Anlage 4 Abbildung 10), der kartierten Spierstrauchbestände reicht von 5 (Frischezeiger) bis hin zu 9 (Nässezeiger). Etwa die Hälfte der Spierstrauchvorkommen konnte der mittleren Feuchte- Zahl 7 zugeordnet werden, die Vorkommen auf gut durchfeuchteten aber nicht nassen Böden beschreibt.

Die mittleren Reaktions- Zahlen der Spierstrauchvorkommen liegen zwischen 1 (Starksäurezeiger) und 7 (Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger) (siehe Anlage 4 Abbildung 11). Aus der näheren Betrachtung des Gesamtspektrums geht hervor, dass ca. 50 % der *Spiraea*- Bestände durch die Reaktions- Zahl 4 gekennzeichnet sind. Sie stellen somit Vorkommen dar, die ihren Verbreitungsschwerpunkt auf sauren Böden haben, jedoch dadurch charakterisiert sind, dass sie auf stark sauren sowie auf neutralen bis alkalischen Böden seltener vorkommen.

Am zweithäufigsten konnten Bereiche mit Spierstrauchvorkommen gefunden werden, die der Reaktionszahl 3 (Säurezeiger) zugeordnet werden konnten.

Wie in Anlage 4 Abbildung 12 dargestellt, konnten innerhalb des Untersuchungsgebietes Spierstrauchvorkommen mit mittleren Stickstoffzeigerwerten

zwischen 2 (verweisen auf stickstoffärmste Standorte bis hin zu Bereichen mittleren Stickstoffgehaltes) und 6 (deutet auf Standorte zwischen mäßigem und reichen Stickstoffgehalt) aufgenommen werden. Aus Anlage 4 Abbildung 12 lässt sich feststellen, dass mehr als ein Drittel der Vorkommen durch Pflanzen gekennzeichnet sind, die auf stickstoffarmen Standorten häufiger verbreitet sind als auf Standorten mittelmäßiger Stickstoffversorgung (N = 3). Mit ca. 31,1 % ist der Anteil der Spierstrauchvorkommen, die durch eine mittlere Stickstoffzahl von 4 (zwischen stickstoffarmen und mäßig stickstoffreichen Standorten stehend) nur unwesentlich geringer. Auf Standorten zunehmender mittlerer Stickstoffzahl nimmt die Häufigkeit der *Spiraea*- Bestände ab.

Die für die *Spiraea*- Vorkommen berechnete mittlere Salzzahl weist zu 100% auf Standorte hin, die als salzfrei einzustufen sind (siehe Anlage 4 Abbildung 13).

5.3.2 Ergebnisse der Auswertungen der Zeigerwerte der Pflanzen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zusammensetzung der *Spiraea*-Bestände

Im folgenden werden die Ergebnisse der Auswertungen der berechneten mittleren Zeigerwerte in Zusammenhang mit den im Untersuchungsgebiet festgestellten Spierstraucharten in ihrer unterschiedlichen taxonomischen Zusammensetzung beschreiben.

Wie aus Anlage 4 Abbildung 14 zu erkennen ist, kommen Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. vorwiegend an Standorten vor, denen eine mittlere Lichtzahl von 6 und 7 zugeordnet werden konnte. Die häufigsten Vorkommen dieser Art nehmen Standorte ein, die sich durch eine mittlere Lichtzahl von 7 charakterisieren lassen. Entgegen aller anderen aufgenommenen Spierstrauchvorkommen konnte auch ein Reinbestand von *Spiraea tomentosa* L. gefunden werden, der Standortverhältnisse mit einer Lichtzahl von 8 aufweist. Einzelvorkommen von *Spiraea tomentosa* L., *Spiraea douglasii* HOOK. und der Angehörigen der *Spiraea x billardii* agg. (siehe Anlage 4 Abbildung 18) sowie Reinbestände von *Spiraea douglasii* HOOK. aber auch Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. konnten bei einer mittleren Lichtzahl von 6 häufiger gefunden werden als bei höherem Lichtangebot. Mischvorkommen der Arten der *Spiraea x billardii* agg. mit *Spiraea*

douglasii HOOK. konnten zwar generell sehr selten gefunden werden, dennoch waren mehr Standorte dieser Ausprägung der mittleren Lichtzahl von 7 zuzuordnen (siehe Anlage 4 Abbildung 14). Ebenfalls durch diese Zeigerwertkategorie charakterisiert werden die Mischvorkommen zwischen *Spiraea tomentosa* L. und Vertretern der *Spiraea x billardii* agg. sowie der Reinbestand der unbekanntes Art (siehe Anlage 4 Abbildung 22). Diese zwei letztgenannten Typisierungen der Spiersträucher konnten nicht an Standorten gefunden werden, die sich wie das kartierte Einzelvorkommen der unbekanntes *Spiraea* (siehe Anlage 4 Abbildung 22) durch eine mittlere Lichtzahl von 6 beschreiben lassen. Die Mischvorkommen die alle drei Arten aufweisen nehmen sowohl eine mittlere Feuchte- Zahl von 7 als auch von 9 ein.

Hinsichtlich der Feuchte- Zahl tritt einen Großteil der unterschiedlichen Bestandstypen häufiger in Bereichen auf, die sich durch feuchte aber nicht nasse Böden auszeichnen (F= 7) (siehe Anlage 4 Abbildung 15). Zu diesen zählen neben den kartierten Einzelvorkommen der unterschiedlichen Arten (siehe Anlage 4 Abbildung 19) auch die Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. sowie die Mischbestände dieser Art mit *Spiraea douglasii* HOOK. Es ist jedoch festzustellen, dass sich das Spektrum der mittleren Feuchte- Zahlen der unterschiedlichen Bestandstypen unterscheidet. Die Einzelvorkommen (siehe Anlage 4 Abbildung 19) sowie die Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. (siehe Anlage 4 Abbildung 15) kommen an Standorten mit überwiegend mittelfeuchten Böden bis hin zu oft durchnässten Böden vor (F = 5 bis 9). Die Einzelvorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 19) sind im Spektrum der mittleren Feuchte- Zahl von 6 bis 9 zu finden, wobei Vorkommen auf durchnässten Böden eher selten kartiert werden konnten. Die Einzelvorkommen der Arten der *Spiraea x billardii* agg. (siehe Anlage 4 Abbildung 19) sowie die Reinbestände von *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 15) konnten nur in einem engen Spektrum zwischen 6 und 7 gefunden werden. Auffällig sind die Mischbestände zwischen den Arten der *Spiraea x billardii* agg. und *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 15), da sie nur auf Standorten zu finden waren, die der mittleren Feuchte von 6 zugeordnet werden konnten. Alle weiteren Mischbestände waren auf Standorten mit Böden, die sich durch frische bis hin zu durchnässte Feuchte- Verhältnissen charakterisieren lassen (F=5 bis F=9), zu finden.

Die kartierten Vorkommen der unbekanntes Art stehen auf gut durchfeuchteten Böden (F = 7) (siehe Anlage 4 Abbildung 23).

Die meisten der Spierstrauchbestände unterschiedlicher Typisierung sind häufig unter sauren bis mäßig sauren Bodenverhältnissen anzutreffen (siehe Anlage 4 Abbildung 16). Das gegenüber anderen Vorkommen größte Spektrum weisen die Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L., die von einer mittleren Reaktionszahl von 2 bis hin zu 7 vorkommen, auf. Auf ähnlich charakterisierten Standorten (R = 2 bis 6) sind die Einzelvorkommen dieser Art (siehe Anlage 4 Abbildung 20) zu finden. Die Einzelvorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 20) sind auf stark sauren (R = 1) bis hin zu mäßig sauren Standorten (R = 5) verbreitet. Ein gegenüber den bereits erwähnten Einzelvorkommen enges Spektrum zeigen die Einzelvorkommen der Angehörigen der *Spiraea x billardii* agg. mit mittleren Reaktionszahlen von 3 bis 4 (siehe Anlage 4 Abbildung 20).

Die Reinbestände von *Spiraea douglasii* HOOK. (R = 3 bis 5) weisen im Vergleich zu denen der Art *Spiraea tomentosa* L. (R = 2 bis 7) ein engeres Verbreitungsspektrum hinsichtlich der Reaktions- Zahl auf (siehe Anlage 4 Abbildung 16). Die Betrachtung mittleren Reaktions- Zahlen der Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 16) weisen Vorkommen in Bereichen auf, deren Böden ausgehend von stark sauren zu sauren Verhältnissen tendieren bis hin zu Bereichen die durch mäßig saure Bodenverhältnisse mit einer Tendenz zu schwach sauren Standorteigenschaften charakterisiert sind (R = 2 bis 6). Mischbestände der Arten der *Spiraea x billardii* agg. mit *Spiraea douglasii* HOOK. sind auf Standorten, die sich mit Reaktionszahlen von 4 und 5 beschreiben lassen zu finden. Der einzig kartierte Mischbestand zwischen allen 3 Vertretern der Gattung *Spiraea* nimmt einen Standort, der durch die Reaktionszahl 6 charakterisiert ist, ein. Die Vorkommen der unbekanntes Art (siehe Anlage 4 Abbildung 24) sind zusammen mit dem Mischbestand von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea x billardii* agg. durch die mittlere Feuchte- Zahl von 4, die für die meisten Vorkommen ermittelt werden konnte, gekennzeichnet.

Die Nährstoffversorgung der kartierten Spierstrauchbestände im Bereich ihrer Vorkommen zeigt, dass sowohl die Einzel- und Reinvorkommen von *Spiraea tomentosa* L. als auch die Einzelvorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. auf Standorten mit einer sehr geringen Stickstoffversorgung bis hin zu Standorten mäßiger Stickstoffversorgung, die eine Tendenz zu stickstoffreicheren Verhältnissen aufweisen, vorkommen (N = 2 bis 6) (siehe Anlage 4 Abbildung 17 sowie Abbildung 21). Am häufigsten konnten Bestände der genannten Ausprägungen der Stickstoff-

Zahl 3 zugeordnet werden. Im Übergangsbereich zwischen stickstoffarmen und mäßig stickstoffreichen Standorten (N = 4) konnten die Einzelvorkommen der Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. (siehe Anlage 4 Abbildung 21) und die Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 17) am häufigsten nachgewiesen werden. Auf Standorten ähnlicher Nährstoffversorgung (N = 4) ist auch das Einzelvorkommen der unbekanntes Art (siehe Anlage 4 Abbildung 25) kartiert worden. *Spiraea x billardii* agg. konnte den Stickstoff- Zahlen 3 bis 5 zugeordnet werden. Der Mischbestand *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK. ist ebenso wie die Reinbestände von *Spiraea douglasii* HOOK. in einem Spektrum von 3 bis 6 gefunden worden. Alle weiteren in Anlage 4 Abbildung 17 dargestellten aber in diesem Zusammenhang bisher nicht genannten Mischbestände sowie die Reinbestand der unbekanntes Art (siehe Anlage 4 Abbildung 25) sind unter mäßig stickstoffreichen Standortbedingungen (N = 5) verbreitet. Zusätzlich zu Standorten dieser Stickstoffversorgung nehmen die Mischbestände von *Spiraea douglasii* HOOK. mit Arten der *Spiraea x billardii* agg. auch Bereiche ein, die sich durch etwas höhere Stickstoffgehalte (N = 6) auszeichnen.

5.3.3 Ergebnisse der Auswertungen der Zeigerwerte der Pflanzen hinsichtlich des Deckungsgrades der verschiedenen *Spiraea*- Bestände

a) Reinbestände *Spiraea tomentosa* L.

Wie aus Tab.:1 zeigt, kommen Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit Deckungsgraden > 5 % (2a/ 2b/ 3) innerhalb des Untersuchungsgebietes am häufigsten vor. Auffällig ist die Zunahme der Anzahl dieser Bestände in Richtung der mittleren Licht- Zahl von 7.

Bestände mit einem Deckungsgrad von über 51 %- 75 % (4) treten erst bei einer mittleren Lichtzahl von 7 auf. (siehe Anlage 4 Abbildung 26)

Tab. 1 Häufigkeit der *Spiraea tomentosa* L. Reinbestände hinsichtlich der Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Lichtzahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	4	8	2	13	7	5	0
7	3	8	1	18	15	17	7
8	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Tab.2 zeigt, dass die Anzahl der Reinbestände von *Spiraea tomentosam* L. mit einem Deckungsgrad unter 5 % (+ / 1/ 2m) in Richtung der mittleren Feuchtezahl von 8 abnehmen. Die Anzahl der Reinbestände mit Deckungsgraden größer 5 % (2a/ 2b/ 3) nimmt in Richtung der mittleren Feuchtezahl von 7 zu und erreicht dort ihr Maximum. Reinbestände mit einem Deckungsgrad von 51 % bis 75 % (4) konnten unter durchnässten Bodenverhältnissen (F= 9) nicht gefunden werden. Zudem sind Vorkommen die eine Gesamtdeckung von 5 % - 15 % (2a) einnehmen unter diesen Feuchte- Verhältnissen (F=9) häufiger zu finden als solche mit einer Deckung von 16 %- 25 % (2b) sowie 26 %- 50 % (3). (siehe Anlage 4 Abbildung 27)

Tab. 2 Häufigkeit der *Spiraea tomentosa* L. Reinbestände hinsichtlich der Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Feuchte- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	1	0	0
6	4	6	2	9	2	5	0
7	3	7	1	14	15	9	5
8	0	2	0	4	4	6	2
9	0	0	0	3	1	2	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit Deckungsgraden unter 5 % (+/ 1/ 2) nehmen in ihrer Anzahl in Richtung der mittleren Reaktionszahl 3 zu und erreichen dort ihr Maximum (siehe Tab.:3). Reinbestände, die sich durch Deckungsgrade von 5 % - 15 % (2a) auszeichnen treten am häufigsten bei einer Reaktionszahl von 3 auf. Bestände mit Deckungsgraden von 16 % - 25 % (2b) und 26 % - 50 % (3) erreichen das Maximum ihrer Häufigkeit bei einer mittleren Reaktionszahl von 4. Deckungsgrade von 51 %- 75 % konnten nur auf Standorten mit einer mittleren Reaktions- Zahl von 3 und 4 gefunden werden.

Auffällig war ein Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L., dass entgegen aller anderen Spierstrauchbestände zusätzlich bei einer Reaktionszahl von 7 auftrat (siehe Anlage 4 Abbildung 28).

Tab. 3 Häufigkeit der *Spiraea tomentosa* L. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Reaktions- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	2	1	0	0
3	3	8	2	15	8	3	4
4	3	6	0	12	10	16	3
5	1	0	0	2	4	3	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Tab.: 4 zeigt, dass Reinbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit Deckungsgraden größer 5 % (2a/ 2b/ 3/ 4) überwiegend in einem Spektrum von einer mittleren Stickstoff- Zahl von 3 bis 6 vorkommen. *Spiraea tomentosa* Bestände mit Deckungsgraden von 5 % - 15 % (2a), 16 % - 25 % (2b) und 26 % - 50 % (3) konnten bei mittleren Stickstoffzahlen von 3 und 4 am häufigsten gefunden werden. Vorkommen mit Deckungsgraden von 51 % bis 75 % erreichten das Maximum ihrer Häufigkeit bei einer mittleren Stickstoffzahl von 3 (siehe Anlage 4 Abbildung 29) *Spiraea tomentosa* L. Bestände, die sich durch Deckungsgrade unter 5 % (+/ 1/ 2m) auszeichneten waren bei einer mittleren Stickstoffzahl von 3 häufiger zu finden als in Bereichen anderer Stickstoffzahlen.

Reinbestände mit einer mittleren Stickstoffzahl von 2 konnten nur zwei Mal nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich um einen Reinbesatnd, der sich durch 2-

5 Individuen mit einer Deckung unter 5 % ausgezeichnet (+) sowie um ein Vorkommen mit einem Deckungsgrad von 16 %- 25 % (2b).

Tab. 4 Häufigkeit der *Spiraea tomentosa* L. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Stickstoff- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	0	0
3	4	7	2	12	9	7	5
4	1	5	1	10	8	8	1
5	1	3	0	8	2	3	0
6	0	1	0	1	3	4	1
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

b) Reinbestände *Spiraea douglasii* HOOK.

Reinbestände der Art *Spiraea douglasii* HOOK. wurden in Deckungsgraden von 16 % - 25 % (2b), 26 %- 50 % (3) bis hin zu 51 % - 75 % (4) gefunden.

Wie Anlage 4 Abbildung 30 zeigt, traten drei der insgesamt vier kartierten Bestände dieser Art an Standorten mit einer mittleren Lichtzahl von 6 auf. Zusätzlich konnte ein weiteres Vorkommen mit einem Deckungsgrad von 51 % - 75 % (4) an einem Standort mit einer mittleren Lichtzahl von 7 kartiert werden (siehe Tab.:5).

Tab. 5 Häufigkeit der *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Lichtzahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Auf frischen bis gut durchfeuchteten Böden (F = 6) ist je ein Bestand mit einer Deckung von 16 % - 25 % (2b) sowie mit einem Deckungsgrad von 51 % - 75 % (4)

zu finden (siehe Tab.:6) Auf Standorten gut durchfeuchteter aber nicht nasser Böden (F = 7) treten je ein Bestand mit einem Deckungsgrad von 26 % - 50 % (3) sowie 51 % - 75 % (4) auf (siehe Anlage 4 Abbildung 31).

Tab. 6 Häufigkeit der *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Feuchte- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	0	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Hinsichtlich der mittleren Reaktions- Zahl (siehe Anlage 4 Abbildung 32) wurden Vorkommen der Art *Spiraea douglasii* HOOK. mit einem Deckungsgrad von über 51 %- 75 % (4) sowohl auf Standorten mit mittleren Zeigerwerten von 4 als auch 5 gefunden. Ein Bestand, dem ein Deckungsgrad von 16 % - 25 % (2b) zugeordnet werden konnte, tritt auf einem Standort auf, der sich durch saure Bodenverhältnisse mit Tendenz zu mäßig sauren Eigenschaften (R = 4) auszeichnet. Ein Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. mit einem Deckungsgrad von 26 %- 50 % (3) konnte dem Zeigerwert 3 zugeordnet werden (siehe Tab.:7).

Tab. 7 Häufigkeit der *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Reaktions- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1	0	1
5	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Die aufgenommenen Spierstrauchvorkommen mit einem Deckungsgrad von 16 % - 25 % (2b) werden wie Anlage 4 Abbildung 33 zeigt in Richtung höherer Stickstoffversorgung durch zwei Vorkommen mit einem Deckungsgrad von 51 % - 75 % (4) abgelöst. Dennoch tritt bei einer Stickstoff- Zahl von 3 ein Vorkommen auf, dass durch eine Deckung von 26 % - 50 % (3) charakterisiert ist (siehe Tab8).

Tab. 8 Häufigkeit der *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Stickstoff- zahl	Absolute Häufigkeit der Reinbestände von <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

c) Mischbestände *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK.

Wie Anlage 4 Abbildung 34 zeigt, nehmen Bestände dieser Art mit einem Deckungsrad unter 5 % (+/ 1) mit zunehmender Lichtzahl ab. Aufgenommene *Spiraea*- Bestände, die durch 2- 5 Individuen (+) charakterisiert sind, treten nur bei einer mittleren Licht- Zahl von 6 auf. Vorkommen mit mehr als 50 Individuen, die eine Deckung unter 5 % besitzen (2m), konnten für diesen Bestandstyp nicht gefunden werden. Bestände mit einem Deckungsgrad von 5 %- 15 % wurden bei einer mittleren Lichtzahl von 6 häufiger gefunden als bei einer mittleren Lichtzahl von 7. Demgegenüber nimmt die Anzahl der Bestände mit einer Deckung von 16 % - 25 % (2b) und 51 % - 75 % (4) mit höherer mittlerer Licht- Zahl geringfügig zu (siehe Tab.9).

Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK. mit einer Deckung von 26 % - 50 % (3) konnten nur auf Standorten gefunden werden, die sich durch eine mittlere Licht- Zahl von 6 auszeichnen.

Tab. 9 Häufigkeit der Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich Lichtzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Lichtzahl	Absolute Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	2	8	0	5	4	2	1
7	0	5	0	3	5	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Bestände dieser Art, die sich durch 2- 5 Individuen (+) charakterisieren lassen sind jeweils einmal auf Standorten der mittleren Feuchte- Zahl von 5 und 6 gefunden worden (siehe Anlage 4 Abbildung 35). Vorkommen die sich durch 6- 50 Individuen auszeichnen, konnten in einem Spektrum der mittleren Feuchtezahl von 5 bis 8 gefunden werden und erreichen das Maximum ihrer Vorkommen bei $F=7$. *Spiraea*-Mischvorkommen von über 50 Individuen mit einer Deckung unter 5% (2m) konnten nicht gefunden werden.

Zu den erwähnten Mischvorkommen treten ab einer Feuchte- Zahl von 6 Bestände mit Deckungsgraden über 5 % (2a/ 2b/ 4) hinzu. Mischvorkommen mit einer Deckung von 26 %- 50 % konnten nur bei einer mittleren Feuchtezahl von 7 gefunden werden. Vorkommen mit einer Deckung von 16 % - 25 % (2b) waren in einem Feuchte- Spektrum von 6 bis 8 in gleicher Anzahl zu finden. Alle weiteren kartierten Mischvorkommen mit einem Deckungsgrad größer 5 % (2a/ 2b/ 4) erreichen ihr Maximum bei einer mittleren Feuchtezahl von 7.(siehe Tab.: 10)

Tab. 10 Häufigkeit der Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich Feuchtezahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Feuchte- zahl	Absolute Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	0	0	0	0	0
6	1	3	0	3	3	0	1
7	0	6	0	5	3	2	2
8	0	2	0	0	3	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Wie aus Anlage 4 Abbildung 36 hervorgeht, konnten Bestände dieser Art unabhängig vom Deckungsgrad am häufigsten bei einer mittleren Reaktionszahl von 4 gefunden werden.

Ein Mischbestand mit einer Deckung von 5 % bis 15 % (2a) konnte bei einer mittleren Reaktionszahl von 2 gefunden werden. Bestände mit einer Deckung von 16 % - 25 % (2b) traten erst bei einer mittleren Reaktionszahl von 3 hinzu und erreichten bei R= 4 ihr Maximum. Bei einer Reaktions- Zahl von 4 konnten zudem Mischvorkommen mit Deckungsgraden von 51 % - 75 % (4) gefunden werden.

Vorkommen mit einem Deckungsgrad von 26 %- 50 % traten mit jeweils einem Vorkommen auf Standorten mit mittleren Reaktionszahlen von 5 und 6 auf (siehe Tab.:11)

Tab. 11 Häufigkeit der Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Reaktionszahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Reaktions- zahl	Absolute Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0
3	0	3	0	2	2	0	0
4	2	9	0	5	6	0	2
5	0	1	0	0	1	1	1
6	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

Mischbestände, die sich durch 2- 5 Individuen bei einer Deckung von weniger als 5 % (+) auszeichnen, konnten nur bei einer mittleren Stickstoff- Zahl von 3 und 4 mit je einem Bestand gefunden werden (siehe Anlage 4 Abbildung 37).

Demgegenüber sind Spierstrauchvorkommen von *Spiraea tomentosa* L. mit *Spiraea douglasii* HOOK., die sich durch 6- 50 Individuen und einer Deckung unter 5 % (1) charakterisieren lassen über das gesamte Spektrum von einer mittleren Stickstoff- Zahl von 3 bis hin zu 6 verbreitet und konnten mit 8 Vorkommen am häufigsten auf Standorten mit einer mittleren Stickstoffzahl von 4 gefunden werden.

Vorkommen mit einem Deckungsgrad von 5 % - 15 % (2a) kamen bei mittleren Stickstoffzahlen von 3 bis 5 vor (siehe Anlage 4 Abbildung 37). Mit vier Vorkommen konnten diese am häufigsten einer mittleren Stickstoff- Zahl von 3 zugeordnet werden.

Vorkommen mit Deckungsgraden von 5 %- 15 % (2a) waren bei einer Stickstoffzahl von 3 und solche mit einem Deckungsgrad von 16 %- 25 % (2b) bei einer Stickstoffzahl von 4 häufiger zu finden als unter anderen Stickstoffverhältnissen.

Auf mäßig stickstoffreichen Standorten (N = 5) traten Vorkommen hinzu, die einen Deckungsgrad von 51 % - 75 % (4).

Mischbestände mit einer mittleren Stickstoffzahl von 26 % - 50 % (3) waren nur auf Standorten mit einer Stickstoffzahl von 6 zu finden (siehe Tab.:12).

Tab. 12 Häufigkeit der Mischbestände von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. Reinbestände hinsichtlich der Stickstoffzahl unter Berücksichtigung des Deckungsgrade

Stickstoff- zahl	Absolute Häufigkeit der Mischbestände von <i>Spiraea tomentosa</i> L. und <i>Spiraea douglasii</i> HOOK.						
	+	1	2m	2a	2b	3	4
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	0	4	2	0	0
4	1	8	0	3	5	0	0
5	0	1	0	1	2	0	3
6	0	1	0	0	0	2	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

d) Mischbestände von *Spiraea x billardii* agg. mit *Spiraea douglasii* HOOK.

Innerhalb des Untersuchungsgebietes konnten insgesamt nur drei Mischbestände dieses Typs kartiert werden. Dabei handelt es sich um ein Vorkommen, das sich durch einen Deckungsgrad von 26 % - 50 % (3) auszeichnet und zwei weitere durch einen Deckungsgrad von 51 % - 75 % (4) charakterisierte Bestände.

Aus Anlage 4 Abbildung 38 ist erkenntlich, dass Vorkommen dieser Artenkombination bei höherem Lichtangebot ($L = 7$) einen höheren Deckungsgrad aufweisen.

Hinsichtlich der Feuchte (siehe Anlage 4 Abbildung 39) wurden die erfassten Mischvorkommen alle auf Standorten gefunden, die sich durch frische Böden mit einer Tendenz zu guter Durchfeuchtung auszeichnen ($F = 6$).

In Bezug auf die Reaktionszahl (siehe Anlage 4 Abbildung 40) lässt sich feststellen, dass der vorgefundene Mischbestand mit einem Deckungsgrad von 26 % - 50 % (3) bei einer mittleren Reaktions- Zahl von 4 vorgefunden werden konnte. Mit der Entwicklung in Richtung mäßig saurer Standortverhältnisse mit einer Tendenz zu schwach sauren Bedingungen ($R = 5$ bis $R = 6$) konnten hingegen Vorkommen mit Deckungsgraden von 51 % - 75 % (4) kartiert werden.

In Verbindung mit den Stickstoffverhältnissen an den Standorten der aufgenommenen Bestände ist zu erkennen dass Deckungsgrade über 50 % (4) unter mäßig stickstoffreichen Standortbedingungen ($N = 6$) vorkommen. Der *Spiraea*-Bestand niedrigeren Deckungsgrades ist hingegen auf einem Boden mit einem vergleichsweise geringerem Nährstoffangebot ($N = 5$) gefunden worden (siehe Anlage 4 Abbildung 41).

e) Mischbestände von *Spiraea x billardii* agg. mit *Spiraea tomentosa* L.

Dieses Vorkommen konnte im Untersuchungsgebiet nur ein Mal erfasst werden und zeichnet sich durch 6- 50 Individuen mit einer Deckung unter 5 % (1) aus.

Der Bestand wurde auf einem Standort gefunden der durch eine mittlere Licht- Zahl von 7 (siehe Anlage 4 Abbildung 42) und durchfeuchtete Bodenverhältnisse mit Vernässungstendenz ($F = 8$) charakterisiert ist (siehe Anlage 4 Abbildung 43). Zusätzlich konnte dem Bereich dieses Vorkommens eine mittlere Reaktionszahl von 4 zugeordnet werden (siehe Anlage 4 Abbildung 44). Die Nährstoff- Verhältnisse auf

diesem Standort sind als mäßig stickstoffreich (N= 5) zu beschreiben (siehe Anlage 4 Abbildung 45).

f) Mischbestände von *Spiraea x billardii* agg. mit *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Vorkommen dieser Artenzusammensetzung konnten insgesamt zwei Mal kartiert werden. Diese zeichnen sich zum einen durch einen Deckungsgrad von 5 %- 15 % (2a) und zum anderen durch eine Deckung von 16 % - 25 % (2b) aus. Wie aus Anlage 4 Abbildung 46 ersichtlich, konnten mittlere Licht- Zahlen von 6 und 7 für diese Standorte ermittelt werden. In diesem Zusammenhang lässt sich die Zunahme des Deckungsgrades mit erhöhtem Lichtgenuss feststellen.

Es handelt es sich um Standorte mit scheinbar oft durchnässtem bis hin zu nassem Boden (F= 7 & F= 9) sowie mäßig sauren bis hin zu schwach sauren Verhältnissen (R = 6) (siehe Anlage 4 Abbildung 47 und Abbildung 48). Die Nährstoffversorgung der Mischbestände dieses Typs kann aufgrund der berechneten mittleren Stickstoff- Zahlen von 5 und 6 als mäßig mit einer Tendenz zu stickstoffreicheren Nährstoffverhältnissen eingestuft werden (siehe Anlage 4 Abbildung 49).

5.3.4 Ergebnisse der Auswertungen der Zeigerwerte der Pflanzen der separat kartierten Fläche

Die in Anlage 1 Karte 2 dargestellte separat kartierte Fläche zeichnet sich durch die in Anlage 5 Tabelle 5 unter Standortnr. 177 aufgeführten mittleren Zeigerwerte aus. Wie der Übersicht zu entnehmen ist, ist dieser Bereich durch eine mittlere Licht- Zahl von 6 gekennzeichnet. Grundsätzlich konnten in diesem Bereich Pflanzen in einem Spektrum von Licht- Zahlen von 1 bis 9 gefunden werden (siehe Anlage 8 Standorte_ Zeigerwerte Standort 177). In diesem Zusammenhang wurde die größte Anzahl der Pflanzen der Licht- Zahl 7 zugeordnet. Die berechnete mittlere Kontinentalitäts- Zahl für dieses Gebiet liegen bei 5. Hinsichtlich der Temperatur- Zahl wird der kartierte Bereich hauptsächlich durch Mäßigwärmezeiger (T= 5) repräsentiert, wobei grundsätzlich ein Gesamtspektrum von 1 bis hin zu 7 erfasst wurde.

Neben diesen Zeigerwerten wurde für den kartierten Standort eine mittlere Feuchte-Zahl von 7 berechnet, die charakteristisch für durchfeuchtete Böden ist. Das ermittelte Gesamtspektrum (siehe Anlage 8 Standorte_Zeigerwerte_Standort 177) ist relativ breit, da sowohl Pflanzenarten mit einer Feuchte-Zahl von 4 aber auch solche mit einer Feuchte-Zahl von 10 erfasst wurden.

Hinsichtlich der Bodenreaktion konnten Pflanzen mit einem Zeigerwert von 2 bis hin zu 8 gefunden werden. In diesem Zusammenhang ist die Anzahl der gefundenen Arten, die durch eine Reaktions-Zahl von 5, 6 und 8 charakterisiert werden gering. Grundsätzlich konnte eine mittlere Reaktions-Zahl von 4 berechnet werden, so dass sich das Gebiet als saurer Standort mit Tendenz zu mäßig sauren Verhältnissen beschreiben lässt. Wie aus (siehe Anlage 8 Standorte_Zeigerwerte Standort 177) hervorgeht, sind die Stickstoffverhältnisse sehr indifferent. Die mittlere Stickstoff-Zahl von 5 weist jedoch auf mäßig stickstoffreiche Standorte hin.

Im Rahmen der Auswertungen der CIR- Luftbilder in Verbindung mit den eigenen Beobachtungen ließen sich Deckungsgrade von 40% bis hin zu 80% feststellen.

5.4 Zusätzliche Beobachtungen im Rahmen der Freilandarbeiten

Im Rahmen der Kartierungen konnte insbesondere an den Standorten 122, 140, 141 sowie 192 und 193 eine Abnahme des Deckungsgrades der Spierstrauchvorkommen mit Zunahme der Adlerfarnvorkommen festgestellt werden. Ähnliche Beobachtungen wurden auch für Spierstrauchbestände der Standorte 177 und 136 gemacht, die sich durch größere Schilfaufkommen (*Phragmites australis*) auszeichneten.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass das Verbreitungsmuster der Spiersträucher im Bereich der Gräben variiert. So waren grabensäumende Vorkommen sowie *Spiraeae* in trockengefallenen Gräben keine Seltenheit. Spiersträucher, die sich innerhalb wassergefüllter ehemaliger Entwässerungsgräben befanden waren dagegen weniger häufig. Wenn solche Vorkommen gefunden werden konnten, zeichneten sich die Exemplare im Verhältnis zu jenen am Grabenrand häufig durch einen kümmerlichen Wuchs aus.

Neben diesen Beobachtungen fiel auf, dass insbesondere *Spiraea tomentosa* L. in feuchten Bereichen häufig auf Pfeifengrasbulten wuchs. Beispielhaft für diese

Beobachtungen sind die Standorte 29, 68, 152, 155 sowie der Standort 174 und die Randbereiche des Standortes 177.

Zusätzlich wurden Unterschiede in der Wuchsform der Arten *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L. vor allem während der Blühphase festgestellt. Wie bereits in den Kap.: 2.6.1 und 2.6.2 beschrieben, erreicht *Spiraea tomentosa* L. im Vergleich zu *Spiraea douglasii* HOOK. eine geringere Gesamthöhe. Zusätzlich konnte vor allem an vitalen Pflanzen von *Spiraea tomentosa* L. beobachtet werden, dass die Zweige während der Blütezeit, scheinbar aufgrund des Gewichtes der Blütenstände, überhängen. Im Gegensatz dazu konnten für *Spiraea douglasii* HOOK. solche bogenförmig gekrümmten Zweige nicht beobachtet werden. So erscheint *Spiraea tomentosa* L. obwohl man ebenso wie bei *Spiraea douglasii* HOOK. grundsätzlich von einem mehr oder weniger aufrechtem Wachstum sprechen kann wesentlich gedrungener als *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Anlage 4 Abbildung 50)

5.5 Ergebnisse der Untersuchungen der Wurzelstruktur von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK.

Aus den Untersuchungen zur Wurzelstruktur von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. ging hervor, dass die Wurzelsysteme in ihrer Morphologie sehr ähnlich sind. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der Untersuchungen im folgenden für beide Arten zusammenfassend dargestellt.

5.5.1 Beschreibende Darstellung der Wurzelstruktur

Anhand der ausgegrabenen Exemplare der beiden Spierstraucharten konnte festgestellt werden, dass die im allgemeinen horstartig wachsenden Sträucher durch untereinander verbundene Sprosse aufgebaut sind, in die zusätzlich Einzelexemplare integriert sein können. Das Wurzelsystem beider Arten lässt sich in verschiedene Abschnitte gliedern.

Häufig konnte an der Sprossbasis der Pflanzen eine unregelmäßig ausgebildete Verdickung („Knoten“) festgestellt werden (siehe Anlage 4 Abbildung 51) von der aus sich das als drahtig und brüchig beschreibbare Wurzelsystem in die umliegende Bodenregion ausbreitet (siehe Anlage 4 Abbildung 52). Der sehr knorpelig erscheinende Knoten ist mit einer Vielzahl von Knospen besetzt, die einerseits der

Ausbildung neuer Sprosse und andererseits der Ausbildung von Rhizomen dienen können (siehe Anlage 4 Abbildung 53). Die Tatsache, dass *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. in der Lage sind Rhizome auszubilden konnte aufgrund der Funde von scheinbaren Einzelexemplaren, die über eine gewisse Entfernung miteinander verbunden waren und anhand gefundener ausgebildeter Rhizome geschlussfolgert werden (siehe Anlage 4 Abbildung 54).

Die Ausbildung der Rhizome erfolgt an den beschriebenen „Knoten“, die neben der Sprossbasis auch an beliebigen Stellen des Wurzelsystems gefunden werden konnten. Vom Bildungsort ausgehend wachsen die Rhizome sehr oberflächennah und weitestgehend horizontal durch den Boden (siehe Anlage 4 Abbildung 55). Durch das Aufsteigen der Rhizome werden neue Sprosse gebildet. An bereits verholzten Rhizomteilen konnten ausgebildete Wurzeln gefunden werden, die das Rhizom im Boden verankern (siehe Anlage 4 Abbildung 55). Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass miteinander verbundene Exemplare in der Lage sind, an ihrer Sprossbasis, einen neuen mit Triebknospen besetzten Knoten sowie ein neues Wurzelsystem auszubilden.

Das Wurzelsystem der Pflanzen zeichnet sich in näherer Umgebung der „Knoten“ durch ein sehr oberflächennahes Wachstum aus. Mit zunehmender Entfernung von dieser Verdickung scheinen senken sich die Wurzeln in die Tiefe ab und verzweigen sich stark. Vor allem im Bereich der „Knoten“ konnten eine Vielzahl von Feinwurzeln festgestellt werden, die zur Ausbildung eines oberflächennahen Wurzelfilzes führen (siehe Anlage 4 Abbildung 56). Zusätzlich war für viele der ausgegrabenen Pflanzen beider Arten mindestens eine vergleichsweise sehr stark ausgebildete Wurzel festzustellen, die scheinbar weitaus eher senkrecht in die Tiefe wächst als die anderen Wurzeln. Neben den bereits beschriebenen Verdickungen, die an den Wurzeln auftreten können, wurden an einigen Wurzeln auch Triebknospen festgestellt.

5.5.2 Ergebnisse der Profilwandmethode

Im Rahmen der Untersuchungen zur Wurzelstruktur von *Spiraea douglasii* HOOK. entstand das in Anlage 3 dargestellte Wurzelprofil in Verbindung mit den in Anlage 5 Tabelle 11 zusammengefassten Bodeneigenschaften. .

Grundsätzlich wurde ein aus einer Vielzahl an Feinwurzeln aber auch bis zu 1 cm starken Wurzeln bestehendes System vorgefunden, dass in eine Tiefe von 60 cm bis 65 cm vordringt. Bezüglich der Wurzelverteilung konnten mehrere Auffälligkeiten festgestellt werden. Wie aus Anlage 3 hervorgeht, bildet *Spiraea douglasii* HOOK. ein Wurzelsystem aus, dass sich durch eine enge Verzahnung der Wurzeln auszeichnet. Ausgehend von der Sprossbasis breiten sich die Wurzeln sehr oberflächennah aus und breiten sich allmählich in der Tiefe aus.

Da sich die Wurzeln mit zunehmender Tiefe verstärkt aufgliedern sind nicht nur eine Vielzahl Feinwurzeln an den Sprossbasen sondern auch im Wurzelendbereich zu finden. Auffällig ist die eher flächige Ausbreitung und starke Verzweigung der Wurzeln in 50 cm bis 65 cm Tiefe an die sich in etwa 60 cm- 65 cm Tiefe eine ca. 5 cm starke Tonschicht anschließt. In etwa 30 cm bis 40 cm Tiefe konnten Bereiche, die sich durch starke Humuseinlagerungen auszeichnen, gefunden werden. In diesen Regionen war, auch wenn der umliegende Bodenraum weniger stark durchwurzelt schien, eine hohe Feinwurzeldichte zu finden.

Nah an der Bodenoberfläche traten wurzelähnliche Strukturen, die verschiedene Sprossbasen miteinander verbanden sowie neu ausgebildete Rhizome auf.

Das Bodenprofil (siehe Anlage 5 Tabelle 11) zeichnet sich durch eine 2 cm starke organische Auflage aus. Daran schließt sich bis zu einer Tiefe von 14 cm ein mineralischer Oberbodenhorizont aus schluffigem Sand an. Bis in eine Tiefe von 60 cm bis 65 cm Tiefe konnte eine kontinuierliche Zunahme des Tongehaltes festgestellt werden. Die Horizonte im Bereich von 14 cm Tiefe bis in 60 cm Tiefe wiesen Oxidationsmerkmale auf. Demgegenüber traten mit dem Einsetzen der Tonschicht (65 cm bis 70 cm Tiefe) Reduktionsmerkmale auf. In etwa 70 cm Tiefe schloss sich eine alte Grasnarbe an. In dieser konnten aufgrund der noch nicht stattgefundenen vollständigen Zersetzung des Materials Wurzelstrukturen gefunden werden, die vermutlich von *Spiraea douglasii* HOOK. stammen. Diese sind jedoch nicht in Anlage 3 integriert worden.

5.6 Ergebnisse der Regenerationsversuche

Die Ergebnisse der wöchentlichen Messungen der Sprosslängen sind für *Spiraea douglasii* HOOK. in Anlage 5 Tabelle 12 und für *Spiraea tomentosa* L. in Anlage 5 Tabelle 13 dargestellt. Diesen Tabellen können zusätzlich Beobachtungen, die innerhalb des Untersuchungszeitraumes gemacht wurden, entnommen werden.

Anlage 8_Regenerationsversuche_Diagramme Sprosswachstum ist die Entwicklung der Sprosslängen der unterschiedlichen Wurzelobjekte über den Versuchszeitraum zu finden. Der Anlage 8 Regenerationsversuche_Bilder können Fotos entnommen werden, die das Regenerationsverhalten der unterschiedlichen Wurzelobjekte dokumentieren. Dieser Anlage können ebenso Fotos entnommen werden, die die Ergebnisse der Endkontrollen dokumentieren.

5.6.1 *Spiraea douglasii* HOOK.

a) 5 cm Wurzelobjekte

Wie aus Anlage 5 Tabelle 12 ersichtlich ist, konnten für die angesetzten 5 cm Wurzelstücke sowohl unter trockenen, feuchten als auch überstauten Bedingungen keinerlei Austriebe beobachtet werden, so dass schlussfolgernd keine Längenmessungen möglich waren.

b) 10 cm Wurzelobjekte

Hinsichtlich der Versuchsreihe der 10 cm Wurzelstücke konnte nur unter trockenen und feuchten Bedingungen ein Sprosswachstum festgestellt werden. Demgegenüber war in allen unter überstauten Verhältnissen angesetzten Proben keinerlei Sprossaustrieb zu beobachten.

Unter trockenen Feuchte- Verhältnissen konnte nur für einen der fünf Ansätze eine Messung durchgeführt werden, da in den anderen Proben kein Neuaustrieb zu verzeichnen war. Wie Anlage 5 Tabelle 12 zeigt, wurden bei Ansatz 5 insgesamt sechs neue Triebe ausgebildet. Von diesen wurden bereits zwei mit einer Länge von 1,8 cm und 0,4 cm am 29.06.05 aufgenommen. In der darauffolgenden Woche konnte der mit 0,4 cm registrierte Spross und eine weitere Woche später derjenige

mit 1,8 cm Länge nicht mehr nachgewiesen werden. Am 20.07.05 konnte jedoch festgestellt werden, dass vier neue Sprosse gebildet wurden. Die längsten Sprosse bildete Trieb Nummer 5 mit 2,3 cm. Für Trieb Nummer 4 und 6 konnte über den Zeitraum einer Woche kein Wachstum festgestellt werden. Alle ausgetriebenen Sprosse wiesen am Ende des Untersuchungszeitraumes welke und leicht gelbliche Blätter auf.

Unter feuchten Bedingungen trieben Ansatz 2 und Ansatz 4 neue Sprosse aus. Sowohl die Ansätze 1, 3 als auch 5 blieben ohne Regenerationserfolg. Für Ansatz 2 konnten am Ende der Untersuchungszeit insgesamt 10 neue Sprosse erfasst werden von denen fünf Triebe bereits nach zwei Wochen neu gebildet wurden. Weitere vier Sprosse sind nach drei Wochen und ein weiterer nach vier Wochen zu verzeichnen gewesen. Nach der am 27.07.05 durchgeführten letzten Messung hatten die ausgebildeten Sprosse Längen erreicht, die sich in einer Spanne von 1,8 cm bis maximal 18,7 cm befanden. Das 10 cm Wurzelstück regenerierte bereits nach zwei wöchiger Untersuchungszeit 10 neue Sprosse. Nach insgesamt drei Wochen (07.07.05) konnten bereits 15 Sprosse gemessen werden. Am 13.07.05 wurde ein und eine Woche später (20.07.05) zwei weitere Triebe registriert, so dass nach sechswöchiger Untersuchungszeit insgesamt 18 Triebe zu verzeichnen waren. Die Längen der vermessenen Neuaustriebe lagen mit Beendigung der Versuche im Bereich von 0,3 cm bis maximal 24,6 cm.

c) Wurzelknoten

Für die Wurzelknoten konnten sowohl unter trockenen, feuchten als auch überstauten Bedingungen Neuaustriebe beobachtet werden. Entgegen der Austriebserfolge aller Ansätze unter feuchten und überstauten Bedingungen trieben unter trockenen Verhältnissen nur zwei Ansätze aus. Dabei handelt es sich um Ansatz 2 und Ansatz 4. Für Ansatz 2 konnte bereits am 29.06.05 ein Neuaustrieb registriert werden, der bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes die Größe von 6,1 cm erreichte und den längsten der insgesamt vier Sprosse darstellte. Drei der vier Sprosse sind erst nach vier Wochen ausgehend vom Beginn der Untersuchungen (13.07.05) ausgebildet worden. In diesem Zusammenhang erreichte Trieb Nummer 2 seine Maximallänge von 3,4 cm eine Woche nach dem Austrieb (20.07.05). Zum gleichen Kontrolldatum wiesen die Sprosse Nummer 3 und 4 eine gegenüber der anfänglich gemessenen

Länge geringere Größe auf. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die neu ausgetriebenen Sprosse bereits durch Blattvergilbungen und teilweise eingerollte Blattränder gezeichnet waren. Nach Ablauf der sechswöchigen Untersuchungszeit waren die drei zuletzt ausgebildeten Triebe stark gewelkt und hatten innerhalb der letzten Untersuchungswoche entweder keinen Längenzuwachs oder die Größe der Sprosse hatte sich verringert. Der Knoten des Ansatzes Nummer 4 brachte insgesamt zwei neue Sprosse hervor, die jedoch erst nach sechs Wochen registriert werden konnten. In diesem Zusammenhang konnte für Trieb Nummer 1 dieser Probe eine Länge von 0,6 cm und für Trieb Nummer 2 eine Größe von 1,9 cm ermittelt werden.

Unter feuchten Bedingungen trieben die Ansätze 1, 2 und 3 bereits zwei Wochen nach Versuchsbeginn (29.06.05) wieder neu aus. Ansatz 1 zeigte anfänglich vier Triebe. Bei Probe Nummer 2 erhöhte sich die Anzahl der Triebe von anfänglich fünf nach insgesamt vier Wochen auf 11 Triebe. Ansatz 3 hatte am Ende des Untersuchungszeitraumes insgesamt 8 neue Triebe ausgebildet. Entgegen der bereits angesprochenen „Knoten“ konnten für die Ansätze Nummer 4 und 5 bereits eine Woche nach Versuchsbeginn (22.06.05) neue Sprosse registriert werden. So konnte die Entwicklung der Sprossanzahl für Ansatz Nummer 4 von einem vorhandenen Exemplar über acht Triebe nach zwei Wochen (29.06.05) bis hin zu elf gebildeten Sprossen nach 4 Wochen (13.07.05) beobachtet werden. Ansatz Nummer 5 erreichte seine zum Ende der Untersuchungszeit vorhandenen siebzehn Triebe ausgehend von fünf am 22.06.05 vorhandenen Sprossen bereits nach drei Wochen (07.07.05).

Hinsichtlich des ausgebildeten Größenspektrums der Sprosse sind sich Ansatz 3 und 4 mit 0,7 cm bis 15,8 cm sowie 0,5 cm bis 16,2 cm sehr ähnlich. Gleiches gilt für die Vergleichsproben 1 und 2 mit 0,6 cm bis 23,6 cm und 0,9 cm bis 20,6 cm. Besonders lange Sprosse bildete der Knoten des Ansatzes Nummer 5 aus. Hier wurden Sprosslängen von 0,3 bis 38,7 cm erreicht.

Unter überstauten Bedingungen konnten für Ansatz 1, 2 und 3 bereits nach der ersten Woche (22.06.05) Neuaustriebe beobachtet werden. Ausgehend von bereits drei am 22.06.05 vorhandenen Sprossen entwickelten sich bei Ansatz 1 über den sechswöchigen Untersuchungszeitraum insgesamt 17 Triebe. Diese erreichten Größen von 0,4 cm bis hin zu maximal 48,1 cm. Ansatz 2 bildete bis zur Beendigung der Untersuchungen fünf Triebe mit Längen von 0,4 cm bis 17,5 cm aus. Für Ansatz 3 waren bereits nach einer Woche (22.06.05) zwei neugebildete Sprosse nachweisbar. In einem Zeitraum von zwei weiteren Wochen (07.07.05) trieb der in

diesem Ansatz befindliche Knoten 2 weitere Sprosse aus, so dass zur Endvermessung am 27.07.05 insgesamt vier neue Sprosse mit Längen von 0,8 cm bis 23,4 cm vorhanden waren. Die Vergleichsproben Nummer 4 und 5 bildeten ihre neuen Sprosse innerhalb der ersten zwei Wochen (29.06.05) aus, so dass bei Ansatz 4 ein Neuaustrieb mit 0,2 cm gefunden werden konnte, der sich bis auf eine Gesamtlänge von 31,4 cm entwickelte. Alle weiteren Neuaustriebe wurden bei diesem Ansatz innerhalb der dritten und vierten Woche (07.07.05 bis 13.07.05) nach Versuchsbeginn ausgebildet. Insgesamt konnten fünf neu hervorgebrachte Sprosse in einem Größenspektrum von 0,6 cm bis 31,4 cm ermittelt werden. Die ersten neu ausgebildeten Sprosse des Ansatzes 5 konnten bereits nach zwei Wochen Versuchsdauer (am 29.06.05) registriert werden. In den folgenden drei Wochen konnte jeweils die Neubildung eines weiteren Triebes beobachtet werden. Im Zeitraum vom 20.07.05 bis 27.07.05 wurden zusätzlich zwei weitere Triebe durch den „Knoten“ gebildet, so dass bis zum Versuchsabbruch insgesamt acht Sprosse hervorgebracht wurden. Die sich innerhalb des Untersuchungszeitraumes für diesen Ansatz entwickelten Sprosse wiesen Größen zwischen 0,4 cm und maximal 34,6 cm auf.

5.6.2 Spiraea tomentosa L.

a) 5 cm Wurzelobjekte

Wie aus Anlage 5 Tabelle 13 zu entnehmen ist, konnten für die unter feuchten und überstauten Bedingungen angesetzten Proben der 5 cm Wurzelstücken keine Austriebe verzeichnet werden.

Lediglich unter trockenen Bedingungen wurden Neuaustriebe registriert. Dabei handelt es sich im speziellen um Ansatz 2, der als einziger der fünf Vergleichsproben insgesamt 5 Sprosse hervorgebracht hatte. Die Neuausbildung der Triebe konnte in diesem Zusammenhang drei Wochen nach Versuchsbeginn (17.08.05) festgestellt werden. Für den Zeitraum vom 17.08.05 bis zum 31.08.05 lässt sich nur ein geringfügiger Längenzuwachs der neu gebildeten Sprosse beschreiben. Nach dem Erreichen der Maximallängen der Sprosse nach fünf Wochen Versuchsdauer (31.08.05) wurde bei der Abschlussmessung am 07.09.05 für die Triebe Nummer 2, 4 und 5 sogar ein Längenverlust und für die Triebe Nummer 1 und 3 kein weiterer

Längenzuwachs festgestellt. Erwähnt werden soll an dieser Stelle, dass alle der genannten Triebe Welke- Erscheinungen wie gelbe Blätter und Schlaffheit des gesamten Habitus aufwiesen. Wie in Anlage 5 Tabelle 13 dargestellt besaßen die ausgebildeten Triebe mit Versuchsbeendigung Längen in einem Bereich von 0,4 cm bis 3 cm.

b) 10 cm Wurzelobjekte

Die in die Blumentöpfe eingebrachten 10 cm Wurzeln trieben vereinzelt sowohl unter trockenen sowie feuchten aber auch überstauten Verhältnissen aus. In diesem Zusammenhang handelt es sich jedoch unter trockenen und feuchten Versuchsbedingungen um jeweils einen und unter überstauten Verhältnissen um zwei Ansätze, für die ein Regenerationserfolg zu beobachten war.

Ansatz 3 der nur einmal wöchentlich gewässerten Vergleichsproben brachte während der gesamten Versuchsdauer nur einen neuen Trieb hervor, der mit 1,9 cm nach 3 Wochen (17.08.05) zum ersten Mal vermessen werden konnte. Nach vierwöchiger Versuchsdauer (24.08.05) konnte kein weiterer Längenzuwachs ermittelt werden. In den folgenden zwei Versuchswochen bis zum Versuchsabbruch am 07.09.2005 traten zunehmende Welke- Erscheinungen sowie Längenverlust auf, so dass nur noch eine Endlänge von 1,7 cm erfasst wurde.

Unter feuchten Versuchsbedingungen konnte ebenso wie unter trockenen Verhältnissen nur ein Ansatz bei der Regeneration durch Sprossbildung beobachtet werden. In diesem Zusammenhang handelt es sich um Ansatz 2, der nach einer Versuchsdauer von zwei Wochen (10.08.05) einen Trieb, für den eine Anfangslänge von 2,4 cm erfasst wurde, ausbildete. Nach einer weiteren Woche (17.08.05) konnte ein weiterer Spross mit einer Länge von 2,9 cm erstmals aufgenommen werden. Im Zeitraum der Versuchsdurchführung erreichte Trieb Nummer 1 eine Gesamtlänge von 5,5 cm. Zum letzten Kontrollzeitpunkt (am 07.09.2005) wies der Spross jedoch Merkmale des Welkens auf. Der während des Versuches ausgetriebene zweite Trieb zeigte bereits nach der ersten Kontrollmessung vergilbende Blätter. Zudem konnte im Vergleich zur Erstlänge ein Längenverlust festgestellt werden. Nach 5 Wochen Versuchsdauer (31.08.05) war dieser Spross schließlich nicht mehr nachweisbar.

Im Rahmen der Untersuchungen zum Regenerationsverhalten der 10 cm Wurzelstücke unter überstauten Verhältnissen konnte für Ansatz 3 und Ansatz 5 die

Ausbildung neuer Sprosse beobachtet werden. Für Ansatz drei konnten insgesamt zwei neue Triebe registriert werden, von denen der eine nach fünf Wochen (31.08.05) mit einer Länge von 0,9 cm aufgenommen wurde und innerhalb einer Woche auf eine Gesamtlänge von 3,6 cm anwuchs. Ein weiterer Trieb war nach sechswöchiger Versuchsdauer (07.09.05) neu gebildet worden und wurde mit einer Länge von 1,3 cm erfasst. Für Ansatz 5 konnte entgegen Ansatz 3 bereits nach drei Wochen (17.08.05) ein Neuaustrieb festgestellt werden. Von anfänglich gemessenen 2 cm erreichte dieser im verbleibenden Versuchszeitraum eine Endlänge von 7,5 cm.

c) Wurzelknoten

Für die in verschiedenen Feuchte- Stufen angesetzten Wurzelknoten konnte eine Vielzahl von neu ausgetriebenen Sprossen für jeden der Ansätze aufgenommen und vermessen werden.

Unter trockenen Versuchsbedingungen konnten die ersten ausgetriebenen Sprosse für die Ansätze 1, 2 und 4 nach zwei Wochen Versuchsdauer (10.08.05) und für die Vergleichsproben 3 und 5 bereits nach der ersten Woche (03.08.2005) registriert werden.

Der „Knoten“ des Ansatzes Nummer 1 bildete insgesamt drei neue Triebe aus von denen zwei ausgehend von einer Länge von 1,2 cm und 1,8 auf 6,2 cm und auf 6,1 cm anwachsen. Der dritte Spross konnte nach der dritten Versuchswoche (17.08.05) mit 0,4 cm aufgenommen werden, wuchs aber über den verbleibenden Untersuchungszeitraum nicht weiter an.

Der Ansatz 2 wies bereits nach zwei Wochen (10.08.05) fünf von den insgesamt sechs bei der Endkontrolle (07.09.05) vorhandenen Trieben auf. Im Rahmen der letzten Messungen konnte ein Größenspektrum der Sprosse von 0,3 cm bis hin zu 9,9 cm aufgenommen werden. Festzustellen war jedoch, dass der Zuwachs der Triebe im Zeitraum der fünften zur sechsten Versuchswoche wesentlich geringer war als innerhalb der vorangegangenen Wochen. Für die Triebe 5 und 6 dieser Probe ein gegenüber den anderen Sprossen wesentlich geringerer Gesamtwuchs beobachtet werden.

Die Sprosse des Ansatzes 3 wiesen, wie Anlage 5 Tabelle 13 zeigt, innerhalb der ersten Wochen nach ihrem Austrieb ein kontinuierliches Wachstum auf. Bereits bei der dritten Kontrollmessung (17.08.05) konnte jedoch festgestellt werden, dass Trieb

Nummer 4 in seinem Wachstum stagnierte und eine Länge von 1 cm beibehielt. Im Zeitraum der dritten zur vierten Versuchswoche konnte nur noch ein Trieb (Nr. 2) der insgesamt 5 Sprosse erfasst werden, der ein Wachstum aufwies. Alle anderen Sprosse zeigten entweder Wachstumsstagnationen oder sogar Längenverluste in Verbindung mit zu beobachtenden Welke- Erscheinungen der Blätter. Während der letzten Messung vor Abbruch des Versuches (07.09.05) konnte von den insgesamt fünf ausgebildeten Trieben mit einem Größenspektrum von 0,6 cm bis 3,3 cm nur Spross Nummer 2 ermittelt werden, der über den gesamten Versuchszeitraum keine Längenverluste aufwies und ausgehend von einer Anfangslänge von 0,9 cm auf 3,3 cm angewachsen war.

Ansatz 4 bildete unter trockenen Feuchte-Bedingungen insgesamt 9 Triebe aus, deren Endlängen sich zwischen 0,2 cm und 6,3 cm befanden. Bereits nach der zweiten Versuchswoche (10.08.05) waren 7 der Sprosse nachweisbar. In den darauffolgenden zwei Wochen kam jeweils ein weiterer Trieb hinzu. Auffällig waren wie Anlage 5 Tabelle 13 zeigt, die Triebe der Nummern 4, 6, 7, 8 und 9. So konnte festgestellt werden, dass die Länge des Sprosses Nummer 4 im Zeitraum der fünften zur sechsten Untersuchungswoche keinen Zuwachs aufwies. Ähnliches ergab sich bereits innerhalb der vierten Untersuchungswoche für Trieb Nummer 6, 7 und 8. Im folgenden Untersuchungszeitraum konnte für den Spross Nummer 6 nur noch eine unwesentliche Längenzunahme beobachtet werden. Spross Nummer 7 und 9 veränderten sich in ihrer Größe bis zum Abbruch der Untersuchungen nicht mehr. Für den Spross mit der Nummer 8 wurde sogar eine Abnahme der Länge in Verbindung mit welktem Blattwerk festgestellt.

Der Knoten des Ansatzes Nummer 5 bildete insgesamt vier neue Sprosse aus, von denen bereits drei nach der ersten Untersuchungswoche (03.08.05) aufgenommen werden konnten. Nach zwei Untersuchungswochen (10.08.05) waren bereits alle vier Triebe vorhanden. Wie aus Anlage 5 Tabelle 13 ersichtlich, konnte nur für einen der hervorgebrachten Triebe (Nr.: 1) ein kontinuierliches Wachstum von 0,4 cm auf 9,7 cm beobachtet werden. Alle weiteren Triebe wiesen bereits bei der 4. Kontrolle (24.08.05) ein stark eingeschränktes Wachstum oder einen Längenverlust auf. Diese Beobachtungen konnten für die genannten Sprosse bis zum Ende der Untersuchungen gemacht werden. An den durch dieses Wachstumsverhalten gekennzeichneten Sprossen waren zusätzlich deutliche Welke- Symptome wie gelbe oder vertrocknete Blätter zu erkennen.

Auffällig zahlreich wurden neue Triebe von den unter feuchten Bedingungen angesetzten „Knoten“ gebildet. Ansatz 1 brachte bereits in der ersten Versuchswoche einen neuen Austrieb hervor. In den darauffolgenden zwei Wochen bildeten sich jeweils drei weitere Triebe aus, so dass bereits zur dritten Kontrollmessung (17.08.05) alle der innerhalb des Untersuchungszeitraumes ausgebildeten Triebe nachweisbar waren. Insgesamt konnten sieben neu ausgebildete Sprosse, deren Längen sich vor Versuchsende in einem Bereich von 2,6 cm bis 16,9 cm bewegten, festgestellt werden. Auffällig ist, dass später ausgetriebene Sprosse einen geringeren Zuwachs aufweisen als diejenigen, die bereits nach zweiwöchiger Versuchsdauer vorhanden waren. Die Triebe 2 und 3 wiesen zur letzten Kontrolle (07.09.05) gelbe Blätter auf, ein Längenverlust war jedoch nicht nachweisbar.

Mit insgesamt 14 Sprossen bildete Ansatz 2 im Vergleich zu Ansatz 1 doppelt so viele Triebe aus. Über den gesamten Versuchzeitraum erreichten die Sprosse Längen im Bereich von 0,8 cm bis 10,6 cm. Die ersten Triebe dieses Ansatzes waren zwei Wochen nach Versuchsbeginn nachweisbar (10.08.05). Bereits nach drei Versuchswochen verdoppelte sich die Anzahl der Sprosse um mehr als die Hälfte auf 13 Exemplare. Wie aus Anlage 5 Tabelle 13 zu erkennen ist, weisen die jüngeren Triebe häufig einen geringeren Zuwachs je Versuchswoche auf. Zudem konnte für den zum Versuche längsten Trieb die Ausbildung gelber Blätter beobachtet werden.

Ohne Welke- Erscheinungen entwickelten sich die regenerierten Sprosse des Ansatzes Nummer 3. Innerhalb des Versuchszeitraumes konnten sich insgesamt elf Triebe ausbilden von denen zwei bereits nach der ersten Untersuchungswoche (03.08.05) feststellbar waren und weitere acht Triebe innerhalb der zweiten gebildet wurden. Die zum letzten Kontrolltermin gemessenen Endlängen lagen in einem Spektrum von 1,3 cm bis 7,8 cm.

Wie für Ansatz 2 waren Neuaustriebe der Vergleichsprobe 4 nach zweiwöchiger Untersuchungszeit erkennbar. Bereits zum 10.08.2005 waren sieben der insgesamt acht Triebe entwickelt. Lediglich ein weiterer Spross wurde im Zeitraum der fünften zur sechsten Untersuchungswoche zusätzlich ausgebildet. Bei der Endkontrolle des regenerierten Sprosssystems konnten Größen in einem Bereich von 1,1 cm bis hin zu 14,5 cm ermittelt werden.

Die mit Abstand größte Anzahl an Neuaustrieben dieser Feuchte- Stufe konnte für die Probe 5 mit insgesamt 26 gebildeten Sprossen ermittelt werden. Sie erreichten bis

zum Ende des Versuches Längen von 0,3 cm bis 11,9 cm. Vier Triebe waren bereits nach der ersten Versuchswoche (03.08.05) vorhanden. Zum zweiten Kontrolltermin (10.08.05) waren sogar schon 21 Exemplare zu verzeichnen. Grundsätzlich erhöhte sich die Anzahl der Triebe bis zur fünften Untersuchungswoche. Trotz der Vielzahl der ausgebildeten Triebe mussten jedoch für die Triebe der Nummern 14, 16 und 21 Welke- Erscheinungen festgestellt werden. Trieb 14 erreichte innerhalb der dritten Untersuchungswoche sein Maximum von 2,9 cm. In den darauffolgenden zwei Wochen konnte jedoch kein weiterer Zuwachs sondern sogar ein Längenverlust festgestellt werden. Mit 2,1 cm erreichte der Spross 16 zwar seine Maximallänge vor Ende des Versuches wies aber deutlich gelb gefärbte Blätter auf. Der Spross 21 wuchs über einen Zeitraum von vier Wochen kontinuierlich konnte jedoch zur letzten Kontrollmessung (07.09.2005) nicht mehr nachgewiesen werden und schien abgewelkt zu sein.

Unter überstauten Verhältnissen bildeten die angesetzten Knoten im Vergleich zu den unter feuchten Bedingungen wachsenden durchschnittlich weitaus weniger Triebe aus. Für Ansatz 1 konnten insgesamt 5 Triebe und für Ansatz 3 insgesamt vier ausgetriebene Sprosse verzeichnet werden. Ansatz 4 bildete hingegen nur zwei und Ansatz 2 sogar nur einen Spross aus. Die meisten Sprosse konnten für den Knoten der Vergleichsprobe 5 ermittelt werden.

Die ersten regenerierten Sprosse für Ansatz 1 bildeten sich in der dritten Versuchswoche aus. Die maximal aufgenommene Anzahl wurde in der fünften Versuchswoche erreicht. Im Gegensatz zu weiteren Ansätzen dieser Feuchte- Stufe wiesen die Sprosse ein kontinuierliches Wachstum auf und erreichten Endlängen im Bereich von 0,1 cm bis 6,5 cm.

Ebenso wie die Sprosse des Versuchansatzes 1 entwickelte sich der Spross der Probe 2. Er erreicht über einen Zeitraum von fünf Wochen ausgehend von einer Anfangslänge von 0,1 cm eine Größe von 8,1 cm.

Ansatz 3 und 4 bildeten ihre Sprosse innerhalb der dritten Versuchswoche aus. Für die vier ausgebildeten Triebe des Ansatzes 3 wurden bei der Endkontrolle (07.09.2005) Größen in einem Spektrum von 0,2 cm bis 4 cm festgestellt. Auffällig waren jedoch, der Längenverlust gegenüber dem erreichten Längenmaximum der Triebe in der fünften Untersuchungswoche sowie die an allen Trieben beobachteten Welke- Erscheinungen.

Die Triebe des Ansatzes 4 zeigten über den Untersuchungszeitraum zwar keine vergilbten oder vertrockneten Blätter, dennoch zeichneten sie sich entweder durch ein sehr geringes oder gar stagnierendes Wachstum aus, so dass sie nur Größen von 1,3 cm und 1,1 cm erreichten. Der Knoten der Vergleichsprobe 5 bildete bereits in der zweiten Untersuchungswoche einen Trieb aus. In der darauffolgenden Untersuchungswoche steigerte sich die Anzahl der regenerierten Triebe bereits auf elf und vergrößerte sich eine weitere Woche später auf die maximal festgestellte Anzahl von zwölf Exemplaren. Bis auf den zuletzt entwickelten Trieb Nummer 12 lässt sich grundsätzlich für alle Sprosse ein kontinuierliches Wachstum ohne Symptome des Welkens feststellen, so dass bei der Endkontrolle Längen der Triebe im Bereich von 0,9 cm bis 9,2 cm ermittelt werden konnten.

5.6.3 Ergebnisse der Endkontrollen der Wurzelobjekte

a) *Spiraea douglasii* HOOK.

Mit Beendigung des Untersuchungszeitraumes wurden die in Erde gebrachten Wurzelobjekte nochmals auf Triebknospen untersucht. In diesem Zusammenhang konnten für *Spiraea douglasii* HOOK. nur für die 10 cm Wurzelstücken sowie die Wurzelknoten Beobachtungen gemacht werden. Die angesetzten 5 cm Wurzelstücke wiesen keine Triebknospen auf.

Die unter trockenen Bedingungen angesetzten 10 cm Wurzelfragmente der Vergleichsansätze 2, 3 und 4 wiesen wie die Anlage:8 zeigen kleine Triebknospen auf.

Unter feuchten Bedingungen hatten wie bereits beschrieben nur die Vergleichsproben 2 und 4 sichtbare Sprosse ausgebildet. Die Ansätze der Nummern 1, 3 und 5 wiesen weder sichtbare Triebe noch neu gebildeten Triebknospen auf. Hinsichtlich der 10 cm Wurzelstücken in überstauten Verhältnissen waren sowohl für Ansatz 1 als auch für Ansatz 5 neu ausgebildete Triebknospen erkennbar, die sich jedoch innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht zu einem vollständigen Spross entwickelt hatten.

Bei den Knoten der feuchten und überstauten Verhältnisse waren wie bereits beschrieben für alle Ansätze oberirdische Triebe zu verzeichnen. Für die sich unter trockenen Bedingungen befindenden Knoten konnten nur für die Ansätze 2 und 4

regenerierte Sprosse beobachtet werden. Es wurde jedoch festgestellt, dass alle weiteren Ansätze dieser Feuchte- Stufe Triebknospen aufwiesen und Triebe ausgebildet hatten. Diese erreichten jedoch die Bodenoberfläche innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht.

b) *Spiraea tomentosa* L.

Entgegen der Ergebnisse der Nachkontrollen für *Spiraea douglasii* HOOK. konnten bei *Spiraea tomentosa* L. nicht nur Beobachtungen für die 10cm Wurzelstücke und die Knoten gemacht werden sondern auch für die 5 cm Wurzelfragmente.

Unter trockenen Bedingungen konnten für die nicht sichtbar ausgetriebenen Ansätze der 5 cm Wurzelstücke 1, 3, 4 und 5 keine weiteren Knospungen oder Triebspitzen festgestellt werden. Gleiches war für die 5 cm langen Wurzelfragmente der feuchten Verhältnisse zu beobachten. Im überstauten Zustand konnten allerdings für die Vergleichsproben 1, 3 und 4, obwohl kein Trieb oberirdisch zu verzeichnen war, Knospungen an den Wurzelfragmenten gefunden werden.

Die 10 cm langen Wurzelstücken der trockenen Feuchte- Stufe wiesen bis auf die Ansätze 2 und 5, bei denen kleine teilweise welke Sprossspitzen zu erkennen waren, keinerlei regenerierte Pflanzenbestandteile auf. Die durch regelmäßige Wässerung feucht gehaltenen 10 cm Wurzelfragmente zeigten mit Ausnahme der sichtbar ausgebildeten Sprosse des Ansatzes Nummer 1 keinerlei Triebspitzen oder neu angelegte Knospungen. Anders verhielt es sich bei 10 cm Wurzelstücken unter überstauten Bedingungen, da hier die Ansätze 1 und 2, die augenscheinlich keine Sprosse regeneriert hatten, Knospungen aufwiesen. Ausnahme stellt hier die 10 cm Wurzel des Ansatzes 4 dar, bei der keine Veränderungen innerhalb des Untersuchungszeitraumes und der Nachkontrolle festgestellt werden konnten.

Die Wurzelknoten trieben wie bereits erwähnt in allen Feuchte- Stufen und Vergleichsansätzen aus, so dass keinerlei Unsicherheiten bezüglich der Regenerationsfähigkeit bestanden. Bilder dieser Wurzelobjekte, nach der Entnahme sind in Anlage8: dargestellt.

5.6.4 Ergebnisse der Übersättigungsversuche

Wie aus den in Anlage 5 Tabelle 6 zusammenfassend dargestellten Ergebnissen ersichtlich ist, sind *Spiraea tomentosa* L. als auch *Spiraea douglasii* HOOK. in der Lage bei Überschüttung der Pflanzen mit Bodensubstrat neue Sprosse auszubilden. Für *Spiraea douglasii* HOOK. konnten bei allen drei überschütteten Exemplaren neue Sprosse festgestellt werden. Dabei wies das Exemplar 1 Triebe in eine Größenspektrum von 9,6 cm bis 24,87 cm auf. Exemplar 2 brachte Sprosse mit Längen von 4,8 cm bis 33,8 cm hervor. Die für *Spiraea douglasii* HOOK. weitaus größten Sprosslängen konnten für Exemplar 3 mit maximal 41,8 cm gemessen werden.

Im Gegensatz zu der beschriebenen Art wies *Spiraea tomentosa* L. weitaus weniger Triebe je überschütteter Pflanze auf. Zudem konnte für das Exemplar 2 dieser Art kein Neuaustrieb festgestellt werden. Trieb 1 des Exemplar 1 erreichte eine Länge von 32,3 cm und Trieb 2 eine Länge von 25,1 cm. Die Größe des Austriebes für Exemplar 3 wurde mit 19,9 cm gemessen.

5.7 Ergebnisse der statistischen Auswertungen der Daten der Regenerationsversuche

5.7.1 Ergebnisse der im Vorfeld durchgeführten Untersuchungen zur Normalverteilung

Wie aus den für *Spiraea douglasii* HOOK. und für *Spiraea tomentosa* L. in Anlage 8_Statistik_Test auf Normalverteilung_FW_Diagramme dargestellten Verteilungen der Sprossanzahlen der verschiedenen Ansätze zu erkennen ist, handelt es sich um nicht normalverteilte Daten.

Die im Rahmen der vergleichenden Untersuchungen der beiden Arten erstellten Verteilungen der in Abhängigkeit von dem Wurzelobjekt ausgebildeten Sprossanzahlen (siehe Anlage 8_Statistik_Test auf Normalverteilung_Vergleich_der Arten) wurden ebenso als nicht normalverteilt eingestuft.

5.7.2 Ergebnisse der artbezogenen statistischen Auswertungen

Im folgenden werden die Ergebnisse der statistischen Auswertungen für die Arten *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L., für die die folgenden 0-Hypothesen aufgestellt wurden, dargestellt.

0- Hypothese/ 1: Die Feuchte hat keinen Einfluss auf die Anzahl der ausgebildeten Sprosse des jeweiligen Wurzelobjekts.

0- Hypothese/ 2: Die verschiedenen Wurzelobjekte unterscheiden sich unter gleichen Feuchte- Bedingungen hinsichtlich der Anzahl der ausgebildeten Sprosse nicht.

a) *Spiraea douglasii* HOOK. bezüglich der 0- Hypothese/ 1

Im Rahmen der Auswertungen konnten für die 5 cm Wurzelstücke keine Unterschiede festgestellt werden, da diese Wurzelfragmente in allen drei Feuchte-Stufen keine neuen Sprosse bildeten.

Hinsichtlich der 10 cm Wurzeln wurde mittels des Test von KRUSKAL UND WALLIS ein H- Wert berechnet, der bei einem Signifikanzniveau von 5 % kleiner ist als der in Anlage 5 Tabelle 19 aufgeführte Wert. Dies führt in der Konsequenz zur Annahme der 0- Hypothese 1 und verwies auf die Tatsache, dass kein Einfluss der Feuchte auf das Regenerationsverhalten der 10 cm Wurzeln nachgewiesen werden konnte.

Bei der Auswertung der in den Feuchte- Stufen trocken feucht und überstaut angesetzten Knoten wurde festgestellt, dass der berechnete H- Wert größer ist als der tabellierte Wert. Diese veranlasst dazu die 0- Hypothese 1 abzulehnen. Die in Anlage 5 Tabelle 15 dargestellten Feuchte- Stufen entstammen somit nicht der gleichen Grundgesamtheit, was bedeutet dass die Feuchte einen Einfluss auf das Regenerationsverhalten der Knoten ausübt. In Verbindung mit der in Anlage 5 Tabelle 22 dargestellten Irrtumswahrscheinlichkeit ($p= 0,007$) kann geschlussfolgert werden, dass sich die unter den verschiedenen Feuchte- verhältnissen ausgebildete Sprossanzahl sehr signifikant unterscheidet.

b) *Spiraea douglasii* HOOK. bezüglich der 0- Hypothese 2

Wie aus Anlage 5 Tabelle 23 hervorgeht, konnte für die unterschiedlichen Wurzelobjekte unter trockenen Bedingungen ein H- Wert berechnet werden, der bei einem Signifikanzniveau von 5 % kleiner ist als der in Anhang 5 Tabelle 19 tabellierte Wert. Dies zeigt, dass die Wurzelobjekte einer Grundgesamtheit entstammen und die 0- Hypothese 2 angenommen wird. Es kann geschlussfolgert werden, dass hinsichtlich der Regeneration der Sprosse unter trockenen Bedingungen keine Unterschiede zwischen den Wurzelobjekten nachweisbar waren.

Unter feuchten Versuchsbedingungen (siehe Anhang 5 Tabelle 24) ist der berechnete H- Wert größer als der in Anhang 5 Tabelle 19 aufgeführte. Die 5 cm und 10 cm Wurzeln sowie die Knoten gehören somit zu verschiedenen Grundgesamtheiten, d. h. die 0- Hypothese 2 wurde abgelehnt. Schlussfolgernd ist ein signifikanter Unterschied ($p= 0,024$) hinsichtlich der Regenerationsfähigkeit der Wurzelobjekte unter feuchten Bedingungen ableitbar.

Ebenso zur Ablehnung der 0- Hypothese 2 führten die Ergebnisse der Auswertungen für die unter überstauten Bedingungen angesetzten Wurzelstücke und Knoten. In diesem Zusammenhang wurde ein H- Wert berechnet (siehe Anlage 5 Tabelle 25), der den tabellierten Wert (Anhang 5 Tabelle 19) auf der 5 % Stufe überschreitet. Aus Anlage 5 Tabelle 25 lässt sich ableiten, dass der Unterschied zwischen den Knoten und den sich im Regenerationsverhalten ähnlich erscheinenden 5cm und 10 cm Wurzeln besteht höchst signifikant ist.

c) *Spiraea tomentosa* L. bezüglich der 0- Hypothese/ 1

Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen hinsichtlich der 5 cm Wurzeln werden durch einen H- Wert repräsentiert (siehe Anhang Tabelle 26) der in Bezug auf den bei einer Signifikanzstufe von 5 % erwarteten Wert (siehe Anhang 5 Tabelle 19) niedriger ist. Dies führt zur Annahme der 0- Hypothese 1. Schlussfolgernd konnte kein Einfluss der unterschiedlichen Feuchtestufen auf das Regenerationsverhalten dieser Wurzelobjekte nachgewiesen werden..

Für die 10 cm Wurzeln wurde ein H- Wert (siehe Anlage 5 Tabelle 27) berechnet, der zur Annahme der 0- Hypothese 1 und somit zu den gleichen Ergebnissen wie für die 5 cm Wurzeln führt.

Durch die statistische Auswertung der Wurzelknoten unter verschiedenen Feuchte-Bedingungen wurde ein H- Wert berechnet (siehe Anhang 5 Tabelle 28), der größer ist als der bei einer Stufe von 5 % erwartete Wert. Somit muss die angenommene 0-Hypothese abgelehnt werden. Die Knoten der unterschiedlichen Feuchten gehören somit nicht zu einer Grundgesamtheit und unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der ausgetriebenen Sprosse. Ein signifikanter Unterschied ($p= 0,04$) besteht zwischen den Knoten der feuchten Verhältnisse und denen der anderen beiden Feuchte-Stufen.

d) *Spiraea tomentosa* L. bezüglich der 0- Hypothese/ 2

Für die unter trockenen Bedingungen angesetzten Wurzelobjekte konnte ein H- Wert ermittelt werden (siehe Anlage 5 Tabelle 29), der zur Ablehnung der 0- Hypothese 2 führt. Die unterschiedlichen Wurzelobjekte entstammen schlussfolgernd nicht einer Grundgesamtheit. Der sehr signifikante Unterschied scheint in der vergleichsweise hohen Anzahl regenerierter Sprosse durch die Knoten begründet zu sein.

Die für die unter feuchten (siehe Anhang 5 Tabelle 30) und überstauten Bedingungen (siehe Anhang 5 Tabelle 31) angesetzten Wurzelstücke und Knoten berechneten H- Werte führten ebenso zur Ablehnung der 0- Hypothese 2. In diesem Zusammenhang unterscheiden sich die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wurzelobjekten sowohl unter feuchten ($p= 0,02$) als auch unter überstauten ($p=0,06$) Verhältnissen sehr signifikant.

5.7.3 Ergebnisse der vergleichenden statistischen Auswertung der untersuchten Arten

Im folgenden werden die Ergebnisse der im Vergleich für die Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. durchgeführten statistischen Auswertung dargestellt.

Die Auswertungen beruhen auf der Grundlage folgender 0- Hypothese:

0- Hypothese: Die durch ein bestimmtes Wurzelobjekt repräsentierten Pflanzenarten unterscheiden sich in der Anzahl der ausgebildeten Sprosse innerhalb einer Feuchte-Stufe nicht.

Die berechneten U- Werte der 5 cm Wurzeln (siehe Anlage 5 Tabelle 32 bis Tabelle 34) und der 10 cm Wurzeln (siehe Anlage 5 Tabelle 35 bis 37) unter trockenen, feuchten aber auch überstauten Bedingungen größer als der bei einem Signifikanzniveau von 5 % erwartete U- Wert (siehe Anlage 5 Tabelle 20). Für diese Wurzelobjekte kann somit die Nullhypothese angenommen werden. Das lässt darauf schließen, dass sich die 5 cm Wurzeln von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. aber auch die 10 cm langen Wurzelfragmente der beiden Pflanzen in der Anzahl der regenerierten Sprosse bei den genannten Feuchte- Stufen ähnlich sind.

Hinsichtlich der Wurzelknoten konnten nur für die unter trockenen (siehe Anlage 5 Tabelle 38) und überstauten Verhältnissen (siehe Anlage 5 Tabelle 40) wachsenden Wurzelknoten U- Werte berechnet werden, die eine Annahme der Nullhypothese zu folge haben. Es kann somit geschlussfolgert werden, dass sich die Arten hinsichtlich der durch die Knoten ausgebildeten Sprossanzahl sowohl unter trockenen als auch unter feuchten Bedingungen ähneln. Im Gegensatz dazu muss die Nullhypothese für die unter feuchten Bedingungen angesetzten Knoten der beiden Pflanzenarten abgelehnt werden. Dies ist in der Tatsache begründet, dass der berechnete U- Wert (siehe Anlage 5 Tabelle 39) dieses Vergleiches geringer ist als der bei einem Signifikanzniveau von 5 % tabellierte Wert.

Aus Anlage 5 Tabelle 41 können die Signifikanzniveaus der Vergleiche der unterschiedlichen Wurzelobjekte entnommen werden.

5.8 Ergebnisse der Keimungsversuche

Die im Vorfeld der Keimungsversuche unter dem Mikroskop betrachteten Samen (siehe Anlage 4 Abbildung 57) von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. zeichneten sich durch eine spindelförmige Gestalt aus sowie eine Bauchnaht aus. Neben der stark skulpturierten Oberfläche waren vor allem die sich an den Enden befindlichen „Verlängerungen“ auffällig.

5.8.1 Ergebnisse der Direktsaat

Die Ergebnisse der Direktsaat der Samen von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. sind in Anlage 5 Tabelle 42 zu finden.

Die unter trockenen Keimungsbedingungen angesetzten Samen von *Spiraea tomentosa* L. wiesen in zwei von drei Proben gekeimte Samen auf. Es konnten zum einen 2 und zum anderen 30 Samen gezählt werden, die innerhalb einer Woche zur Keimung gekommen sind. Unter feuchten Bedingungen sowie unter überstauten Verhältnissen wiesen alle drei Proben einen Keimungserfolg auf. Wie Anlage 5 Tabelle 42 zeigt konnten für die Proben unter feuchten Keimungsbedingungen zwei mal 72 und ein mal 74 gekeimte Samen festgestellt werden was über einen Zeitraum von 7 Tagen zu einer durchschnittlichen Keimungsrate von 72,7 % führt. Im überstauten Milieu ist die Anzahl der je Probe gekeimten Samen geringer, so dass eine durchschnittliche Keimungsrate von 67,7 % im Zeitraum der 7 Versuchstage zu verzeichnen war.

Samen von *Spiraea douglasii* HOOK. keimten entgegen den Samen von *Spiraea tomentosa* L. unter trockenen Bedingungen in keiner der angesetzten Proben aus.

Unter feuchten Keimungsbedingungen konnte aufgrund der gekeimten Anzahl der Samen eine durchschnittliche Keimungsrate von 60,7 % ermittelt werden. Im Vergleich mit der Keimungsrate von *Spiraea tomentosa* L. lässt sich erkennen, dass im Zeitraum von 7 Tagen durchschnittlich weniger Samen von *Spiraea douglasii* HOOK. unter den gleichen Feuchte- Verhältnissen gekeimt sind. Unter überstauten Bedingungen waren in Probe eins 30 in Probe zwei 34 und in Probe drei 38 gekeimte *Spiraea douglasii* HOOK. Samen ermittelt worden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Keimungsrate von 68 %. Einen Überblick über die durchschnittlichen Keimungsraten der Samen der Arten in den verschiedenen Feuchte- Stufen gibt Anlage 5 Tabelle 43 in Verbindung mit Anlage 4 Abbildung 58.

5.8.2 Ergebnisse des Keimfähigkeitstests

Die Ergebnisse der Berechnungen der Absorptionswerte auf Grundlage der in Anlage 5 Tabelle 44 zusammengefassten gemessenen Absorptionen können der Anlage 5 Tabelle 45 entnommen werden. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass die Anlage 5 Tabelle 45 keinen berechneten Absorptionswert für die abgetöteten Samen

(Bw(tot)) enthält. Ursache dafür ist, dass die Proben der abgetöteten Samen bereits nach dem autoclavieren stark durch Schwebstoffe verunreinigt waren. Selbst der Versuch die Schwebstoffe mittels Filtration von der Lösung abzutrennen scheiterte. Aus diesem Grund konnte die Berechnung die Absorptionswerte der abgetöteten Samen (Abs4) unter Berücksichtigung der gemessenen Absorption der Schwebstoffe (Bw3) nach der in Kap.: 4.7.2 angegebenen Formel nicht vorgenommen werden. Angesichts dieser Problematik erfolgte die Berechnung der Absorptionswerte der Ansätze der Samen mit und ohne durchgeführter Oberflächendesinfektion im Gegensatz zu den in Kap.: 4.7.2 beschriebenen Formeln ohne Berücksichtigung der Absorptionswerte der abgetöteten Samen (siehe Anlage 6 Beispielberechnung 1). Aus den in Anlage 5 Tabelle 45 dargestellten Absorptionswerten lässt sich eine Formazan- Bildung bei beiden beprobten Arten sowohl für die Samen ohne Oberflächendesinfektion als auch für die Samen bei denen die Desinfektion der Oberfläche durchgeführt wurde, feststellen. Im Vergleich der beiden Ansätze ist lässt sich erkennen, dass die Formazan- Bildung der Samen beider Arten die nicht desinfiziert wurden höher ist als jene der desinfizierten.

6. Thematisch bezogene Diskussion der Ergebnisse

6.1 Ansprüche der Spiersträucher unter dem Einfluss ökologischer Faktoren

Wie die Konzentration der kartierten Spierstrauch- Vorkommen auf lichtbegünstigten Wegen, Wiesen, in Schneisen, an Gräben und bei ausgedünnter Vegetation der Baumschicht bereits im ersten Eindruck zeigt, stellen die *Spiraea*-Arten hohe Lichtansprüche. Unterstützt wird diese Aussage durch die ermittelten ökologischen Zeigerwerte der kartierten Standorte (ELLENBERG 1992), die auf ein volles Lichtangebot bis hin zu Beschattung bis maximal 30 % relativer Beleuchtungsstärke hinweisen. *Spiraea tomentosa* L. *Spiraea douglasii* HOOK. und die Arten der *Spiraea x billardii* agg. sind sich hinsichtlich ihrer Lichtansprüche sehr ähnlich, wobei die tatsächliche Amplitude der Arten *Spiraea douglasii* HOOK. und der Arten der *Spiraea x billardii* agg. aufgrund der geringen Anzahl gefundener Vorkommen nur eingeschränkt wiedergespiegelt wird. Für *Spiraea tomentosa* L. hingegen lässt sich eine geringe Amplitude hinsichtlich der Lichtansprüche beschreiben. Aus den Untersuchungen und den Beobachtungen im Freiland geht hervor, dass das Lichtangebot einen wesentlichen Einfluss auf den Deckungsgrad der aufgenommenen Bestände hat. Bestätigt wird diese Erkenntnis durch Erfahrungen aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet. Die dortigen Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L. werden als „intollerant“ gegenüber Beschattung beschrieben, so dass dichte und ausgedehnte Spierstrauchbestände nur in Bereichen zu finden sind, die aufgrund ihres spärlichen Aufwuchs von Bäumen als Offenlandbereiche bezeichnet werden können. (www.plants.usda.gov.)

Ähnliches lässt sich für *Spiraea douglasii* HOOK. aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet aber auch von Vorkommen aus dem Reinland beschreiben. (www.fs.fed.us; Adolphi, K., 1995) *Spiraea douglasii* HOOK. besiedelt innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes häufig auch durch Brände und Lawinen gestörte Wald- Bereich, die sich im Vergleich zu geschlossenen Wäldern durch ein erhöhtes Lichtangebot auszeichnen (www.fs.fed.de). Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass Vorkommen von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. innerhalb des Hauptuntersuchungsgebietes und ihrem natürlichen Heimatareal ähnliche Licht- Präferenzen aufweisen.

Neben dem Lichtangebot ist die Feuchte ein weiterer wesentlicher ökologischer Faktor, der die Spiersträucher in ihrem Vorkommen beeinflusst. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die innerhalb des Untersuchungsgebietes vorgefundenen Spierstraucharten auf gut durchfeuchteten Böden bevorzugt vorkommen. Dies deckt sich mit den Ansprüchen der Spiersträucher an die Feuchteverhältnisse innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes in denen *Spiraea douglasii* Hook. und *Spiraea tomentosa* L. bevorzugt auf durchfeuchteten und wechselfeuchten Böden vorkommen (Vgl.: Kap.: 2.6.1 b) und 2.6.2 b))

Warum die Vorkommen der Spiersträucher unter überstauten Verhältnissen und auf durchnässten Böden nur selten zu finden waren, konnte im Rahmen der Untersuchungen nicht geklärt werden. Lediglich die in Kap.: 5.4 gemachten Beobachtungen, dass Spiersträucher in wassergefüllten Gräben kümmerlich erscheinen, lässt vermuten, dass langzeitige Überstauungen der Pflanzen zu Vitalitätseinbußen führen können. Das in Kap.: 5.4 beschriebene Wachstum von *Spiraea tomentosa* L. auf Pfeifengrasbulten könnte durchaus eine Strategie sein durch die diese Art in der Lage ist sich hohen Bodenwasserständen in Verbindung mit auftretendem Sauerstoffmangel im Oberboden zu entziehen. Für die Arten *Spiraea douglasii* HOOK. sowie für die Arten der *Spiraea x billardii* agg. konnten auf Pfeifengrasbulten wachsende Vorkommen nicht gefunden werden. Ein Indiz für die Empfindlichkeit dieser Arten gegenüber dauerhafter Überstauung, oder langfristig durchnässter Böden könnte jedoch das sehr seltene Auftreten von *Spiraea douglasii* HOOK und die fehlenden Vorkommen von Arten der *Spiraea x billardii* agg. unter solchen Feuchtebedingungen sein.

Auf Grundlage der bei den Untersuchungen festgestellten Ansprüche an unterschiedliche Feuchte- Bedingungen scheinen sich *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. ähnlich zu sein. Anhand der in Kap 5.3 dargestellten Ergebnisse ist jedoch unklar ob dieser Sachverhalt an der geringen Anzahl der gefundenen Vorkommen oder an den tatsächlichen Ansprüchen der Art liegt. Für die Arten der *Spiraea x billardii* agg. lassen sich nur die in Kap. 5.3 aufgezeigten Ergebnisse formulieren. Grundsätzlich ist für die innerhalb des Untersuchungsgebietes gefundenen Arten davon auszugehen, dass die Toleranzgrenzen hinsichtlich der Bodenfeuchte weiter gefasst sind als sie durch die Standortverhältnisse der kartierten Vorkommen repräsentiert werden.

Die Untersuchungen der durch die kartierten Arten besiedelten Standorte zeigen, dass hinsichtlich der Bodenreaktion ein weites Spektrum eingenommen wird. Der in diesem Zusammenhang festgestellte größte Anteil der Bestände ist unter sauren bis mäßig sauren Standortverhältnissen zu finden. Obwohl zu stark sauren Verhältnissen tendierende Standorte weniger Spierstrauchvorkommen hoher Deckungsgrade aufweisen scheint die Ausbildung hoher Deckungsgrade nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der am Standort vorliegenden Bodenreaktion zu stehen sondern in den Licht- und Feuchte- Verhältnissen begründet zu sein.

Die Nährstoffansprüche der Spierstraucharten scheinen aufgrund der Ergebnisse aus Kap.: 5.3 sehr gering zu sein. Grundsätzlich ist aber erkennbar, dass Standorte höheren Stickstoffgehaltes nicht von einer Besiedlung ausgeschlossen sind und unter für die Spiersträucher günstigen Licht- und Feuchte- Verhältnissen ebenso wie auf stickstoffarmen Standorten zur Ausbildung hoher Deckungsgrade führen.

Für die Vorkommen der Spiersträucher innerhalb des Untersuchungsgebietes ist zusammenfassend festzustellen, dass vor allem die Faktoren Licht und Feuchte einen Einfluss auf die Spierstrauchvorkommen sowie die Vitalität der Exemplare besitzen, so dass sich unter optimalen Bedingungen hinsichtlich dieser beiden ökologischen Faktoren Bestände hoher Deckungsgrade aufgrund der Vitalität der Spiersträucher ausbilden können.

6.2 Thematische Diskussion der Ergebnisse zur Wurzelstruktur

Wie die Ergebnisse der Untersuchungen zur Wurzelstruktur von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. zeigen, sind diese beiden Spierstraucharten in der Lage sich vegetativ zu vermehren. Dabei handelt es sich klonales Wachstum mittels Rhizomen wodurch ausgehend von der Mutterpflanze Sprosse ausgebildet werden. Die bei den Untersuchungen festgestellten „Knoten“ scheinen aufgrund ihrer Knospen nicht nur zur Ausbildung neuer Rhizome bzw. Sprosse in der Lage zu sein sondern weitere Funktionen zu erfüllen. So wurden beispielsweise bei Untersuchungen zur vegetativen Vermehrung der *Reynoutria*- Arten ähnliche Verdickungen, sogenannte Basalteile festgestellt, die ähnlich wie die „Knoten“ der Spiersträucher mit einer Vielzahl an Knospen ausgestattet sind (HAYEN, B. IN BÖCKER, R. ET AL., 1995). Wie festgestellt werden konnte, dienen die Basalteile der *Reynoutria*- Arten nicht nur der Ausbildung von Rhizomen und oberirdischen

Sprossen sondern auch der Speicherung von Nährstoffen und Wasser, die den ausgebildeten Trieben zur Verfügung gestellt werden können (HARTMANN, E. ET AL., 1994). Hinsichtlich der Knoten der Spiersträucher lässt sich eine den Basalteilen der *Reynoutria*- Arten ähnliche Funktion vermuten. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes und den Beobachtungen, dass „Knoten“ auch an weiter vom Zentrum der Mutterpflanze entfernten Sprossen ausgebildet werden, können die neu ausgebildeten Triebe als Rameten bezeichnet werden, die bei Abtrennung zu eigenständiger Existenz lebensfähig sind. Auf diese Tatsache verweisen auch BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L (2002) mit der Aussage, dass die Vervielfältigung von Spiersträuchern in der Züchtung durch erzwungene Klonierung (Teilung der Rameten) erfolgte.

Knospen, die neben den oberirdisch vorhandenen Sprossen an den oberflächennahen Rhizomen, Knoten aber auch in tieferen Bodenschichten befindlichen Wurzelstrukturen zu finden sind, können als ruhende Regenerationsorgane fungieren, die bei Störungseinflüssen aktiviert werden und neue Sprosse zur Aufrechterhaltung photosynthetischer Aktivität auszubilden.(vgl. Kap.: 4.6.2).

Zusammenfassend lassen sich *Spiraea douglasii* HOOK. und *Spiraea tomentosa* L. als polykormonbildende Pflanzen beschreiben und wird durch Adolphi, K. (persönliche Mitteilung, 2005) bestätigt. Wie aus den Funden verholzter unterirdischer Sprosse hervorgeht sind die untersuchten *Spiraea*- Arten in der Lage dauerhafte Rhizome auszubilden. Die an ihnen befindlichen Knospen tragen zudem zur Verdichtung der Bestände bei. Ob es im Lebenszyklus der Spiersträucher auch zum Absterben oder Verrotten der die Rameten verbindenden Rhizome kommen kann, lässt sich aus den Untersuchungen nicht entnehmen. Grundsätzlich lässt sich aufgrund der verholzten Rhizome jedoch vermuten, dass eine Abtrennung von der Mutterpflanze, wenn sie auftreten sollte, erst sehr spät im Lebenszyklus der Pflanzen erfolgt.

Unter Berücksichtigung dieser Schilderungen hätten die Spierstraucharten wesentliche Konkurrenzvorteile gegenüber lichtliebenden Pflanzenarten. So wurde beispielsweise für *Solidago*- und *Reynoutria*- Arten, die ebenso ein Rhizom aufweisen und deren Rameten lange Zeit miteinander verbunden sind, festgestellt, dass die untereinander verbundenen Dividuen in der Lage sind sowohl Nährstoffe, Wasser als auch Photosyntheseprodukte auszutauschen (HARTMANN, E. ET AL., 1994). Zudem scheinen die im Rahmen der Untersuchungen zu den *Solidago*- und *Reynoutria*- Arten gewonnenen Erkenntnisse, dass Rameten die an ungünstigen

Standorten wachsen durch die mit ihnen verbundene Mutterpflanze mit fehlenden Stoffen versorgt werden (HARTMANN, E. ET AL., 1994), ebenso auf die polykormonbildenden Spiersträucher übertragbar zu sein. Die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse ergibt sich aus der Tatsache, dass *Solidago*- und *Reynoutria*- Arten ebenso wie die untersuchten Spiersträucher ein dichtes Netzwerk ausgebildeter Rhizome aufweisen.

Die speziell für *Spiraea douglasii* HOOK. ermittelte Wurzeltiefe kann aufgrund der fehlenden Vergleichsdaten bezüglich anderer Arten der Gattung *Spiraea* nur unzureichend verglichen werden. Im Vergleich mit *Reynoutria*- Arten, die normalerweise Wurzeltiefen von 0,25 m bis hin zu 0,5 m erreichen (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTEMBERG, 1994), scheint *Spiraea douglasii* HOOK. nur geringfügig tiefer zu wurzeln. Die Durchwurzelungstiefe der Spiersträucher scheint jedoch in Abhängigkeit vom Untergrund sehr variabel. Was durch die im Freiland gemachten Beobachtungen, dass *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. auch auf Wurzeltellern umgestürzter Bäume wachsen und in diesem Zusammenhang ein sehr flaches Wurzelsystem ausbilden, bestätigt wird. Die für die Arten grundsätzlich festzustellende Kombination von sowohl flach als auch tief angelegten Wurzeln sowie die Ausbildung eines vor allem oberflächennahen Wurzelfilzes führt zu einer starken Verankerung der Pflanzen im Boden. Aus ingebieurbiologischer Sicht könnte man diese Wurzelstruktur als „ideal“ bezeichnen, da sowohl der Oberboden als auch tiefer gelegene Bodenschichten gefestigt werden (SCHIECHTL, H. M., 1997). Dies ist neben den ökologischen Ansprüchen scheinbar auch der Grund warum *Spiraea tomentosa* L. als auch *Spiraea douglasii* HOOK. in ihren Heimatarealen nicht selten zur Ufersicherung im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen eingesetzt werden (WWW.FS.FED.US). In Hinblick auf Reduktionsmaßnahmen wirkt sich die Wurzelstruktur jedoch problematisch aus (BROZIO, F., 2005 pers. Mitt.)

Die speziell für *Spiraea douglasii* HOOK. durchgeführte Wurzelstrukturanalyse mittels Profilwandmethode zeigt, dass es sich bei dem auf dieser Untersuchungsfläche wachsenden Bestand um ein nicht zu altes Vorkommen zu handeln scheint. Diese Erkenntnis lässt sich aus der in der Tiefe befindlichen Grasnarbe schlussfolgern, die vermutlich im Rahmen der Sanierungsarbeiten (1994-1996) mit Bodenaushub überschüttet wurde. Es muss somit kurzzeitig eine vegetationsfreie Fläche zur Verfügung gestanden haben auf der sich der Bestand neu

ausbildete. Da im Bereich der Grasnarbe ebenso Spierstrauchwurzeln gefunden werden konnten, ist neben der Möglichkeit, dass die Spiersträucher aus benachbarten Beständen diese Fläche besiedelten auch denkbar, dass die *Spiraea* mittels Rhizom durch das aufgelagerte Bodenmaterial hindurchwuchs und neue Sprosse ausbildete. Grundsätzlich scheint die Probefläche des ausgewählten Bestandes den Ansprüchen von *Spiraea douglasii* HOOK. durchaus gerecht zu werden, da der Bestand nur am Randbereich von höher wüchsigen Bäumen umzäumt wird und somit das gesamte Lichtangebot den Spiersträuchern zur Verfügung steht. Des Weiteren trägt vorhandene Tonschicht dazu bei, dass sickern des Wasser gestaut wird und *Spiraea douglasii* HOOK. längere Zeit, beispielsweise über trockenere Phasen, zur Verfügung steht. Aufgrund des im Oberboden vorherrschenden Substrates Sand wird trotz der wasserstauenden Eigenschaften zusätzlich eine ausreichende Belüftung der Wurzeln gewährleistet.

6.3 Thematische Diskussion der Ergebnisse der Regenerationsversuche

Die im Ergebnis der Regenerationsversuche hervorgegangenen Beobachtungen und Erkenntnisse spiegeln im übertragenen Sinne das Verhalten unterschiedlicher Wurzelobjekte bei erzwungener Klonierung wieder. Diese kann auftreten, wenn Wurzelfragmente beispielsweise nach Reduktionsmaßnahmen durch Ausreißen im Boden verbleiben oder das Wurzelsystem durch andere äußere Einflüsse wie Wasser oder Bodenbewegungen fragmentiert oder verfrachtet wird (FREY, W. & LÖSCH, R., 1998). Anhand der Ergebnisse lassen sich für die Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. die folgenden Erkenntnisse gewinnen.

Die Regeneration neuer Sprosse von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. ist von den im Boden verbleibenden Wurzelbestandteilen und ihrer Größe sowie den vorherrschenden Feuchte- Bedingungen abhängig.

5 cm lange Wurzelstücke sind unter verschiedenen Feuchte- bedingungen nur in Ausnahmefällen in der Lage neue Sprosse zu regenerieren. Dies lässt vermuten, dass die in den 5 cm Wurzelfragmenten vorhandenen Energiereserven nicht ausreichend sind. Aus welchen Gründen ein 5 cm Wurzelfragment von *Spiraea tomentosa* L. zur Sprossregeneration fähig war, ist anhand der Ergebnisse (siehe Kap.: 5.6) der Regenerationsversuche nicht erklärbar. Auch lässt sich anhand des Versuches nicht ableiten ob 5 cm Wurzelstücken stärkerer Wurzeln ($\varnothing > 0,5$ cm) mehr Reservestoffe

gespeichert haben und dadurch stärker zum Neuaustrieb neigen würden. Grundsätzlich wäre dies jedoch denkbar.

Längere Wurzelstücken, wie die 10 cm langen Wurzelfragmente sind im Gegensatz zu den 5 cm lange Wurzelfragmenten eher im Stande Neuaustriebe hervorzubringen. Dies liegt wahrscheinlich darin begründet, dass sie mehr Reservestoffe gespeichert haben. Grundsätzlich unterscheiden sich die beiden untersuchten Arten hinsichtlich des Regenerationsverhaltens der 10 cm Wurzelstücken kaum, da unabhängig von der Feuchte eine großer Teil der angesetzten Wurzeln dieser Länge keinen sichtbaren Sprossaustrieb aufwiesen. Im Gesamtzusammenhang lassen sich jedoch einige Unterschiede feststellen. Unter trockenen Bedingungen ist die Ausbildung neuer Sprosse aufgrund der bei den Nachkontrollen gefundenen gebildeten Triebknospen möglich. Zusammenfassend ist sowohl für *Spiraea douglasii* HOOK. als auch für *Spiraea tomentosa* L. festzustellen, dass regenerierte Sprosse der 10 cm Wurzelfragmente unter trockenen Bedingungen aufgrund des Trockenstresses nicht erhalten werden können. Unter feuchten Bedingungen lässt sich feststellen, dass wenn es zur Ausbildung neuer Sprosse kommt *Spiraea douglasii* HOOK. im Vergleich zu *Spiraea tomentosa* L. deutlich mehr Triebe als unter trockenen Bedingungen ausbildet. Unter überstauten Verhältnissen schränkt die einsetzende Fäulnis (fauliger Geruch) die Ausbildung neuer Sprosse ein. Grundsätzlich sind jedoch einige der 10 cm Wurzelstücke dieser beiden Arten in der Lage auszutreiben, da auch hier ausgebildete Triebspitzen unterhalb der Bodenoberfläche gefunden werden konnten.

Verallgemeinert kann festgestellt werden, dass die „Knoten“ unabhängig von der Art, die im Vergleich zu den 5 cm und 10 cm Wurzeln am stärksten sprossregenerierenden Wurzelbestandteile darstellen. Somit kann geschlussfolgert werden, dass es sich bei diesen Verdickungen um diejenigen Wurzelbestandteile handelt, die ausgehend vom gesamten Wurzelsystem am stärksten in der Lage sind Nährstoffe und Wasser zu speichern um diese den ruhenden Knospen zur Ausbildung von neuen Sprossen zur Verfügung zu stellen. Diese Erkenntnis bestätigt des weiteren die im Kap.: 6.2 angeführten Vermutungen hinsichtlich der Funktion der Knoten. Wie zudem aus der statistischen Auswertung hervorgeht (siehe Kap.:7.5.2) ist der Einfluss der unterschiedlichen Feuchte auf die Anzahl der regenerierten Sprosse der „Knoten“ nachweisbar. Aus den Ergebnissen der statistischen Auswertungen lässt sich ableiten, dass Wurzelknoten von *Spiraea tomentosa* L. sich

im Regenerationsverhalten der Knoten unter feuchten Bedingungen deutlich von dem Verhalten zur Regeneration unter trockenen und überstauten Verhältnissen unterscheidet. Demgegenüber scheinen die Knoten von *Spiraea tomentosa* L. unter trockenen und überstauten Verhältnisse in ihrem Austriebsverhalten ähnlich zu sein. Diese Ergebnisse konnten auch anhand der statistischen Auswertung für *Spiraea douglasii* HOOK. (siehe Kap.: 5.7.2) abgeleitet werden.

Die vergleichenden statistischen Auswertungen zum Regenerationsverhalten der verschiedenen Wurzelobjekte der Arten ergaben lediglich für die Knoten unter trockenen Bedingungen Ergebnisse, die als signifikant bezeichnet werden konnten. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass sich *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* Hook in der Anzahl der ausgetriebenen Sprosse der Knoten unter trockenen Bedingungen nicht unterscheiden. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen weisen jedoch zum überwiegenden Teil Irrtumswahrscheinlichkeiten auf (siehe Anhang 5 Tabelle 41), die zeigen, dass die Ergebnisse nicht signifikant sind. Aus diesem Grund können Unterschiede oder Gemeinsamkeiten im Regenerationsverhalten der unterschiedlichen Wurzelobjekte der beiden Arten nicht eindeutig beschrieben werden.

Unter Berücksichtigung der im Untersuchungsgebiet vorherrschenden Grundwasserverhältnisse sowie den zahlreichen ton- und lehmunterlagerten Böden lässt sich vermuten, dass die innerhalb der Versuchsreihen simulierten trockenen Bedingungen nur bei langanhaltenden Trockenperioden eintreten würden. Aus diesem Grund wären die dargestellten Szenarien unter trockenen Bedingungen kaum zu erwarten. Zutreffen würden hingegen die unter feuchten und überstauten Verhältnissen erläuterten Erkenntnisse zum Regenerationsverhalten der unterschiedlichen Wurzelobjekte der Arten. Neben der Abhängigkeit der Sprossregeneration von dem Wurzelobjekt und der Feuchte wäre durchaus denkbar, dass Lichtkonkurrenz durch andere Arten die Regeneration von Sprossen, vor allem an Standorten ungünstigerer Feuchte- Verhältnisse, auf lange Sicht negativ beeinflusst.

Bezugnehmend auf die Überschüttung der Spiersträucher mit Bodensubstrat scheinen die untersuchten Arten innerhalb des Rhizoms gespeicherte Reserven zu mobilisieren um einen Neuaustrieb der Sprosse zu gewährleisten. Aufgrund der Ergebnisse lässt sich auch die in Kap.: 6.2 aufgestellte Vermutung, dass *Spiraea douglasii* HOOK. auf der Fläche der angelegten Profilwand durch das überschüttete Substrat

hindurchgewachsen sein kann, bestätigen. Warum *Spiraea tomentosa* L. weniger stark in der Lage ist, neu auszutreiben könnte darin begründet sein, dass *Spiraea douglasii* HOOK. eventuell mehr Reservestoffe innerhalb des Rhizoms eingelagert hat oder diese schneller mobilisieren kann. Bei der Nachkontrolle der Pflanzen konnten keine ausgebildeten Adventivwurzeln festgestellt werden. Wie die Beobachtungen von BROZIO (pers. Mitt.2005) aus dem Teichgebiet Niederspree- Hammerstadt zeigen, ist *Spiraea tomentosa* L. jedoch in der Lage Adventivwurzeln auszubilden. Die Ausbildung von Adventivwurzeln stellt neben der Ausbreitung der Arten durch Spiersträucher eine zusätzliche Methode zur Ausbreitung dar (DIERSCHKE, K., 1994) und ist somit im Rahmen von Reduktionsmaßnahmen und der Ablagerung von Verschnittmaterial zu beachten.

6.4 Thematische Diskussion der Ergebnisse der Keimungsversuche

Der im Rahmen der Keimungsversuche zusätzlich durchgeführte Keimfähigkeitstest, der hier als erster besprochen werden soll, fällt zwar für beide Arten positiv aus das Ergebnis ist jedoch kritisch zu betrachten. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass das Verfahren so wie es unter Kap.: 4.7.2 beschrieben wird grundsätzlich für den Nachweis der Keimfähigkeit von Samen nicht referenziert ist. Wie die Absorptionswerte zeigen, ist es zwar gelungen die durch an den Samen anhaftenden Bakterien und Verunreinigungen zu entfernen und eine dadurch hervorgerufene zusätzliche Färbung zumindest zu vermindern. Es ist jedoch unklar ob das Verfahren zur Oberflächendesinfektion wirksam genug war und die auftretenden Formazanbildungen und damit einhergehenden Rotfärbungen wirklich auf die Keimfähigkeit der Samen zurückzuführen ist. Durchaus denkbar ist jedoch auch, dass die Oberflächenbehandlung nicht wirksam genug war und an dem Samen verbleibende Bakterien zur Rotfärbung führten. Neben diesen sehr unsicheren Ergebnissen enthalten, die berechneten Absorptionswerte, wie bereits in Kap.: 5.8.2 angedeutet einen Fehler, der im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit jedoch nicht behoben werden konnte sondern hier diskutiert werden soll. Um brauchbare Absorptionswerte hinsichtlich der Formazan- Bildung, die aus Erfahrung auch bei toten Samen auftreten kann (DÖRNCHEN- NEUMANN, pers. Mitt. 2005) zu berücksichtigen und Schwebstoffbildungen zu vermeiden, scheint es notwendig die Gegenprobe (abgetöteten Samen) in anderer Art und Weise zu behandeln als es in

Kap.: 4.7.2 beschrieben wird. In diesem Zusammenhang wäre beispielsweise denkbar die Samen der beiden Arten entweder sehr lange zu kochen oder über Nacht in eine hochprozentige Hypochlorid- Lösung zu legen. Aus Erfahrungswerten heraus besitzt diese nicht nur desinfizierende Wirkung sondern ist auch in der Lage ist den Samen stark zu schädigen.

Eindeutigere Ergebnisse lieferte entgegen diesem Versuchsmodell die direkte Aussaat der Samen. Grundsätzlich konnte nachgewiesen werden, dass die Samen der Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. keimfähig sind und vor allem unter feuchten und überstauten Keimungsbedingungen sehr gute Keimungsraten (\emptyset bis zu 75 %) aufweisen. Die geringe Keimungsrate von *Spiraea tomentosa* L. und das Ausbleiben der Keimung von *Spiraea douglasii* HOOK. unter trockenen Bedingungen lässt sich auf den Mangel des zur Quellung der Samen benötigten Wassers zurückführen. Es ist jedoch erstaunlich, dass *Spiraea tomentosa* L. aufgrund der im Vorfeld durchgeführten relativ kurzen Quellungsphase in der Lage ist Keimlinge auszubilden. Die unter feuchten Keimungsbedingungen um ca. 12 % höhere Keimungsrate der Samen von *Spiraea tomentosa* L. im Vergleich zu *Spiraea douglassii* HOOK. könnte ein Faktor sein der zu der Dominanz der erstgenannten Art gegenüber *Spiraea douglasii* HOOK. in Mischbeständen beiträgt. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Samen mit Beendigung der Reifephase bereits keimfähig sind und keiner Stratifikation bedürfen. Zudem scheint die Keimung der Samen nicht an besondere Standortfaktoren bezüglich des Untergrundes bzw. Bodens gebunden zu sein, da sie auch auf befeuchtetem Filterpapier auskeimten.

Da hinsichtlich der generativen Vermehrung und den Keimungsanforderungen der Samen der Spiersträucher keine Angaben zur Verfügung stehen, sind Vergleiche nur mit anderen neophytischen Pflanzen wie *Solidago*- und *Reynoutria*- Arten möglich. So wurde in Keimungsversuchen mit Samen der *Renoutria*- Arten festgestellt, dass die ersten gekeimten Exemplare nach 13 Tagen auftraten, wobei nähere Versuchsbedingungen nicht beschrieben werden (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTEMBERG, 1995). In dieser Hinsicht lässt sich jedoch ein vergleichsweise schnelles Keimungsverhalten für die untersuchten Spierstraucharten beschreiben. Sowohl für *Solidago*- als auch *Reynoutria*- Arten konnte ähnlich wie für die untersuchten Spiersträucher eine sehr hohe (für

Reynoutria sogar bis zu 100 %) Keimungsrate ermittelt werden (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTEMBERG, 1995).

Aufgrund der schnellen Keimung der Samen unter den in Kap. erläuterten Bedingungen ist zu vermuten, dass gereifte Samen im Freiland im selben Jahr der Samenausbildung zur Keimung kommen können. Bestätigt wird diese Aussage durch Beobachtungen von BÜCHNER & SCHOLZ (2005 pers. Mitteilungen) aus Mooren bei Kodersdorf, die bereits im Herbst zahlreiche etablierte Keimlinge aufwiesen. Grundsätzlich unklar bleibt jedoch ob die Samen zur Keimung eine Mindesttemperatur benötigen.

Unter Freilandbedingungen kann angenommen werden, dass die Keimungsraten ähnlich hoch sein werden. Jedoch ist unklar inwieweit sich die Konkurrenz anderer Pflanzenarten auf die Keimlinge von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* Hook. auswirkt. Die hier angeführten Vermutungen bzw. Punkte wären zur Vervollständigung der Erkenntnisse hinsichtlich der generativen Vermehrung der Arten untersuchenswert. Des weiteren wäre vor allem im Rahmen der Aufwendungsabschätzungen von Reduktionsmaßnahmen nicht nur interessant wie groß das Samenpotential der Arten im Boden ist, sondern auch über welchen Zeitraum die Samen keimfähig sind.

Da in der Literatur keine Informationen zum Verbreitungsmechanismus der Samen der Spiersträucher gefunden werden konnten, sollen an dieser Stelle einige morphologische Auffälligkeiten der Samen mit den durch LEINS, P. (2000) geschilderten Anpassungen der Samen und den dazu genannten Möglichkeiten der Ausbreitungen geschildert werden.

Grundsätzlich scheint es aufgrund der Morphologie der Samen der untersuchten Spiersträucher mehrere Möglichkeiten der Ausbreitung zu geben. Samen wie die der Spiersträucher, die sich durch ein geringes Gewicht auszeichnen sowie sehr klein und leicht sind, werden häufig durch den Einfluss des Windes verbreitet. (LEINS, P., 2000) Zutraglich für diese Ausbreitung wäre zudem die Stromlinienförmigkeit der Spierstrauchsamen, da sie auf diese Weise keinen erheblichen Luftwiderstand erzeugen. Im Zusammenhang mit der Anemochorie lässt sich sogar vermuten, dass es sich bei den untersuchten Samen um Annemobalisten handelt, bei denen sich die Samen in nach oben geöffneten Behältnissen befinden und diese erst mit Einwirkung des Windes verlassen. (LEINS, P., 2000)

Spiraea tomentosa L. und *Spiraea douglasii* HOOK. zeichnen sich durch Karpelle aus, die nach oben hin geöffnet sind und einen „Bechereffekt“ hervorrufen. Von diesen „Becher“ können sich die Samen aufgrund der vom Wind beeinflussten Bewegung verbreitet werden. Neben diesem Aspekt sind die Samen der untersuchten Spiersträucher in ihrer Morphologie den Samen der Orchideen sehr ähnlich (LEINS, P., 2000), was zur Annahme führt dass sie ähnliche Ausbreitungsstrategien besitzen. Orchideensamen sind ebenso Annemobalisten und zeichnen sich wie die Spiersträucher nicht nur durch geringe Größe und Gewicht aus sondern auch durch eine skulpturierte Oberfläche und längliche Form des Samens (LEINS, P., 2000). Als weitere Ausbreitungsstrategie kann durchaus Hydrochorie in Betracht gezogen werden. Um Wasser als Transportmedium zu nutzen müssen die Samen schwimmfähig sein. LEINS (2000) beschreibt mehrere Anpassungen wie luftgefüllte Räume aber auch eine unbenetzbare Oberfläche der Samen, die zur Schwimmfähigkeit führen können. Wie bereits in Kap.: 5.8 geäußert, sind die Samen der untersuchten Spiersträucher stark skulpturiert und besitzen damit eine stark vergrößerte Oberfläche, die sie schwimmfähig macht und eine Ausbreitung mit dem Wasser ermöglicht. Zudem konnte innerhalb der Untersuchungen zur Keimfähigkeit (Quellungsphase) festgestellt werden, dass es einiger Anstrengung bedarf die Samen völlig mit Wasser zu benetzen. Ein Indiz für die Ausbreitung von *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* Hook. mittels Hydrochorie liefert die Verbreitung dieser Spierstraucharten entlang von Gräben.

Ob neben diesen beiden Ausbreitungsstrategien auch eine Verbreitung der Samen durch Tiere erfolgt ist unklar. Aus Beobachtungen konnte lediglich die Erkenntnis gewonnen werden, dass vor allem die behaarten Samen von *Spiraea tomentosa* L. an Kleidung haften bleiben und damit vermutlich auch an Tierfellen. Auffällig ist auch eine Verlängerung der Samen an mindestens einer Seite. Ob es sich in diesem Zusammenhang um eiweiß- und zuckerreiche Elaiosome handelt und ein Transport der Samen durch Ameisen erfolgt, kann in diesem Rahmen nicht geklärt werden und bedarf gesonderter Untersuchungen. Grundsätzlich scheinen Untersuchungen zur Ausbreitungsökologie der Samen der Spiersträucher aufgrund des Wissensstandes zu diesem Thema dringend erforderlich.

7. Erprobung von Methoden zur Spierstrauchreduktion innerhalb des Biosphärenreservates

(nach HEYNE, P.; GLÄSER, P.U., BURKART, B. mündlich und schriftlich, 2005)

Da Spiersträucher innerhalb des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft auffällig stark zur Ausbildung von Massenbeständen neigen und negative Auswirkungen auf geschützte Arten ausüben, wurden einige Maßnahmen erprobt, die geeignet erschienen die weitere Ausbreitung der Spiersträucher zu verhindern sowie die autochtone Flora zu erhalten.

7.1 Angewendete Methoden und ihre Durchführung

In diesem Zusammenhang wurden folgende Maßnahmen im Rahmen unterschiedlicher Projekte auf ihre Wirkung untersucht:

- a) Verschnitt
- b) Beweidung durch Ziegen/ Schafe/ Elche
- c) Ausreißen
- d) Überstauung

Die Durchführung der genannten Methoden wurde auf unterschiedlichen Probeflächen, die der Anlage 4 Abbildung 59 entnommen werden können, durchgeführt.

Im Rahmen des Versuchsprojektes „Bekämpfung der Einwanderung von *Spiraea spc.* in Naturschutzgebiete und geschützte Biotope des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ erfolgte die Durchführung der unter a), b) und c) und d) genannten Maßnahmen.

Um die Umsetzung zu gewährleisten wurde eine Probefläche im Forstrevier Dauban eingerichtet. Dabei handelt es sich um eine ehemalige Feuchtwiese innerhalb eines Kiefernbestandes, die sich im Jahr 2000 durch eine Spierstrauchdeckung von etwa 80 % auszeichnete. Die Probefläche ist wie Anlage 4 Abbildung 60 zeigt durch einen von Nord- Westen nach Süd- Osten gerichteten Graben geprägt, der zwei Teilflächen die sich hinsichtlich der Handlungskonzeptes der Reduktionsmaßnahmen

unterschieden, abtrennt. So wurde für die nördlich des Grabens befindliche Fläche eine ausschließliche Beweidung festgelegt, wohingegen auf dem südlich des Grabens gelegenen Bereich im Vorfeld der Beweidung, die Behandlung der Spiersträucher mittels Freischneider erfolgte. Das durch den Rückschnitt anfallende Material wurde zudem von der Fläche entfernt.

Grundsätzlich erfolgte in den Jahren 2000 und 2001 für beide Teilflächen eine Beweidung der Spierstrauchbestände durch Ziegen. In diesem Zusammenhang kamen 25 Ziegen über einen Zeitraum von insgesamt 40 Tagen zum Einsatz.

Im Jahr 2002 wurden die Beweidungsversuche im Rahmen einer Sommerbeweidung sowie einer Winterbeweidung wiederholt. Die Sommerbeweidung erstreckte sich über den Zeitraum von Juli bis Oktober. Während dieser Zeit wurden die Teilflächen mit einer Besatzstärke von 10 Ziegen dreimal über eine Dauer von jeweils 13 Tagen beweidet. Im November erfolgte die Winterbeweidung ebenso mit 10 Ziegen über den Zeitraum von 15 Tagen. Im Rahmen dieser Beweidungsmaßnahmen erfolgte grundsätzlich die Gatterung der Tiere, so dass der Fraßdruck auf die Pflanzen erhöht und die Auslese bevorzugter Pflanzen verhindert wurde. In Abhängigkeit vom Verbissfortschritt wurden die Ziegen entsprechend umgesetzt. Nach dem ersten Beweidungsjahr (2000) erfolgte die Einrichtung von drei Probeflächen mit einer Größe von jeweils 5 m x 5 m, die der Erfassung der neben den Spiersträuchern vorhandenen Vegetation dienten (siehe Anlage 4 Abbildung 59).

Neben der Ziegenbeweidung sind auf der südlich des Grabens gelegenen Probefläche zudem Ausreißversuche unternommen worden, um den Wiederaustrieb der Pflanzen zu überprüfen. Diese durch Markierungen sichtbar gemachten Bereiche blieben von der Beweidung ausgeschlossen.

Weitere Untersuchungen zum Einfluss des Verschnittes und der Beweidung auf die Spiersträucher erfolgten auf dem ehemaligen Panzerschießplatz Dauban. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde im Jahr 2001 eine geeignete durch dichte Spierstrauchgebüsche bewachsene Fläche ausgewählt und in 0,25 ha umfassenden Parzellen mit Ziegen besetzt. In diesem Zusammenhang erfolgte die Beweidung im Jahr 2001 über die Dauer von insgesamt 21 Tagen in den in Anlage 5 Tabelle 46 zusammengefassten Zeiträumen. In diesen Beweidungsetappen wurde, mit Ausnahme der über 2 Tage eingesetzten 20 Ziegen, häufig ein Besatz von 10 Tieren realisiert.

Im Folgejahr 2002 wurden die Spiersträucher mittels Freischneider bis auf eine Höhe von 10 cm bis 20 cm zurückgeschnitten. Nach dem erneuten Austrieb bis auf eine Sprosshöhe von 30 cm – 40 cm kamen 20 Ziegen für eine Woche zum Einsatz, so dass im Vergleich zum Vorjahr innerhalb der kurzen Zeit ein höherer Beweidungsdruck auf die Spiersträucher ausgeübt wurde. In diesem Zusammenhang erfolgte die Beweidung bis keine oberirdisch sichtbare Biomasse mehr vorhanden war. Die letzte Beweidung im Jahr 2002 erfolgte im Zeitraum Oktober bis November mit einem Ziegenbesatz von 20 Tieren und war aufgrund des relativ langen Beweidungszeitraumes somit vergleichsweise intensiver als die Beweidung in den Frühjahrsmonaten.

Des Weiteren konnten auf dem Panzerschießplatz im Rahmen von Beweidungsversuchen mit Schafen und verschiedenen Untersuchungen zum Nahrungsverhalten der Elche verschiedene Beobachtungen gemacht werden, die die Annahme der Spierstraucher als Futterpflanze durch diese Tierarten belegen.

Neben dem Einfluss des Verschnitts und der Beweidung auf die Spiersträucher wurde ebenso der Einfluss durch Überstauung (Maßnahme d) beobachtet. Dazu wurde im Bereich des ehemaligen Panzerschießplatzes (siehe Anlage 4 Abbildung 59) eine von Dämmen umgebene durch Spierstrauch bewachsene Fläche ausgewählt. Nach Verbau und Verdichtung des Durchlasses der Dämme konnte sich Wasser auf dieser Fläche sammeln und der Wasserstand in den Monaten Februar bis April gemessen werden. Im Ergebnis konnte im Zeitraum vom 09.02.05 bis 06.04.05 ein Anstieg des Wasserspiegels auf 62,5cm gemessen werden, so dass zumindest im mittleren Bereich der Wasserfläche kleinwüchsige Pflanzen vollständig bedeckt waren und sich die Sprosse größerer Spierstrauchexemplare zum überwiegenden Teil unter Wasser befanden. Bereits am 24.04.05 war der Wasserstand auf 49,5cm gefallen und verringerte sich in den darauffolgenden Wochen zunehmend, so dass davon ausgegangen werden muss dass eine effektive Überstauung von März (bei einem Wasserspiegel von ca. 40 cm) bis Anfang April (62,5 cm) stattgefunden hat.

7.2 Ergebnisse der durchgeführten Reduktionsmaßnahmen

Im Rahmen der durchgeführten Maßnahmen musste festgestellt werden, dass die Spiersträucher nach durchgeführtem Verschnitt innerhalb sehr kurzer Zeit neu ausschlugen. Auch die durchgeführten Ausreißversuche erbrachten keinen

nennenswerten Erfolg, da die Pflanzen aus im Boden verbliebenen Wurzelbestandteilen neue Sprosse ausbildeten.

Die Beweidung der Spierstrauchflächen durch Ziegen zeigte, dass die Spiersträucher nur unwesentlich geschädigt werden und nicht selten sogar vitaler erschienen als im Vorfeld dieser Maßnahme. Zudem nahmen die Tiere die vorhandenen Spiersträucher nur dann an, wenn keine andere Vegetation zur Nahrungsaufnahme mehr zur Verfügung stand. Nicht selten unternahmen die Ziegen Ausbruchsversuche um das monotone Nahrungsangebot der Spiersträucher zu umgehen. Um diese Verhaltensweise der Tiere einzuschränken musste stellenweise sogar zugefüttert werden. Sowohl die Beweidungsversuche auf dem ehemaligen Panzerschießplatz als auch auf der ehemaligen Feuchtwiese im Bereich des Forstreviers Dauban zeigten, dass die Tiere in ungemähten Beständen aufgrund des dichten Strauchwerks starke Probleme hatten sich zurecht zu finden. Auch wurden die Spiersträucher, wie nach dem ersten Jahr der Beweidung im Rahmen der Vegetationsaufnahmen auf der ehemaligen Feuchtwiese festgestellt wurde (siehe Anlage 4 Abbildung 61), noch weniger verbissen als auf den im Vorfeld freigeschnittenen Flächen. Wie aus den Versuchen auf dem ehemaligen Panzerschießplatz hervorgeht, trieben die Spiersträucher im ersten Jahr trotz des Einsatzes der Ziegen bis zu einer Länge von 60 cm wieder neu aus. Bei einer Kombination von Verschnitt und Beweidung konnte zwar erreicht werden, dass sich die Bodenvegetation teilweise erholt. So dass auf dem Panzerschießplatz ein sich regenerierender *Lycopodium clavatum*- Bestand sowie verschiedene Binsen und Gräser festgestellt wurden und auf der ehemaligen Feuchtwiese im Rahmen der Nachkontrollen nach dem ersten Beweidungsjahr (2000) die in Anlage 4 Abbildung 62 bis Abbildung 63 dargestellte Vegetation aufgenommen werden konnte. Um die Spiersträucher niedrig zu halten bedurfte es jedoch einer intensiven Beweidung, die aufgrund der hohen Trittbelastung und dem auswählendem Fraßverhalten der Ziegen zu einer starken Belastung der sich herausgebildeten Vegetation führte. Zudem schienen die Ziegen mit Beendigung der Beweidungsversuche abgemagert zu sein, wenngleich die Vegetation inklusive der Spiersträucher unter dem Fraßdruck weitestgehend befressen wurde.

Aus Beweidungsversuchen eines ebenfalls abgemähten *Spiraea*- Bestandes durch Schafe geht hervor, dass die zur Beweidung eingesetzten als sehr anspruchslos geltenden „Moorschnucken“ keinerlei Einfluss auf die Spiersträucher nahmen und sie nur ungern befraßen (BURKART, B. in KONOLD, W. & BURKART, B., 2003).

Auch durch die sich innerhalb des Geheges auf dem ehemaligen Panzerschießplatz befindlichen Elche konnte keine Reduktion der dortigen Spierstrauchbestände festgestellt werden. Entgegen der Hoffnungen musste über den Zeitraum von 1996 bis 2001 sogar eine Zunahme der durch Spiersträucher bewachsenen Flächen auf dem Panzerschießplatz festgestellt werden. (GAERTNER, M. & KONOLD, W. in KONOLD, W. & BURKART, B., 2003)

Im Ergebnis der Überstauungsmaßnahmen konnte festgestellt werden, dass lediglich die sich vollständig unter Wasser befindlichen Exemplare abstarben. Alle weiteren Spiersträucher, die nur teilweise von Wasser umgeben waren zeigten bis auf einige gelbe Blätter keine nennenswerten Schädigungen und erholten sich nach Abfallen des Wasserstandes wieder.

8. Zusammenfassende Diskussion

Wie die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, stellt das Untersuchungsgebiet insbesondere für *Spiraea tomentosa* L. ein geeignetes Verbreitungsgebiet außerhalb des Heimatareals dar. In diesem Zusammenhang lassen sich unterschiedliche Hypothesen aufstellen, warum *Spiraea tomentosa* L. gegenüber anderen Spierstraucharten häufiger vorkommt und auch innerhalb der Mischbestände mit anderen Arten dominant ist. So wäre beispielsweise vorstellbar, dass hinsichtlich der Sekundärausbreitung der Pflanzen wesentlich häufiger *Spiraea tomentosa* L. angepflanzt worden ist als *Spiraea douglasii* HOOK. oder Arten der *Spiraea x billardii* agg. Somit könnte *Spiraea tomentosa* L. schon zu Beginn der Etablierungsphase gegenüber den anderen Arten bevorteilt gewesen sein. Diese Annahme scheint jedoch nicht die einzige Möglichkeit zu sein, da über den Zeitraum der Anpflanzung bis heute zumindest *Spiraea douglasii* HOOK. in der Lage hätte sein können große Reinbestände auszubilden, wie sie auf etwa auf dem ehemaligen Panzerschießplatz in Dauban großflächig (BURKART, B. IN KENNETH ET AL., 2004) und innerhalb des Untersuchungsgebietes lokal und kleinflächiger zu finden sind. Auch scheint auszuschließen zusein, dass sich die Arten hinsichtlich ihrer Ansprüche an die ökologischen Faktoren stark unterscheiden und ein gemeinsames Vorkommen der Arten nur im Überschneidungsbereich der ökologischen Amplituden zu erwarten wäre. Grundsätzlich lässt sich jedoch feststellen, dass *Spiraea tomentosa* L. ausgehend vom Populationswachstum bis hin zur Erschließung neuer Wuchsorte innerhalb des Untersuchungsgebietes erfolgreicher war als die anderen Arten. Ob diese Tatsache in aggressiverem Rhizomwachstum oder dem erhöhten Keimungserfolg gegenüber *Spiraea douglasii* HOOK. ist, kann nur vermutet werden da weitere vergleichende Untersuchungen zu den beiden Arten hinsichtlich ihres Reproduktionsverhaltens nicht vorliegen. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch der zeitliche Faktor. So scheint es wie auch von KOWARIK, I. (2003) geschildert denkbar, dass je nachdem welche der Arten einen neuen Wuchsort zuerst besiedelt hat sich gegenüber der anderen Art durchsetzen kann. In den kartierten Mischbeständen scheint *Spiraea tomentosa* L. zudem einen deutlichen Konkurrenzeinfluss sowohl auf *Spiraea douglasii* HOOK. als auch auf die Arten der *Spiraea x billardii* agg. auszuüben. Hinsichtlich des Konkurrenzverhaltens der Art *Spiraea tomentosa* L. sollen jedoch spezifischere Ausführungen an anderer Stelle erfolgen.

Die Beobachtungen, dass die Arten der *Spiraea x bilardii* agg. innerhalb des Untersuchungsgebietes weniger häufig nachgewiesen werden konnten und überwiegend als einzeln wachsende Exemplare zu finden waren scheint weniger in der benötigten Etablierungszeit sondern im Reproduktionsverhalten und den Lichtansprüchen begründet zu sein. So schildert ADOLPHI (1995) beispielsweise, dass *Spiraea pseudosalicifolia* SILVERSIDE und *Spiraea billardii* HÉRINCQ Beschattung durch andere Arten nicht gut ertragen. Des weiteren ist bis heute nicht eindeutig geklärt in wie weit diese beiden Arten in der Lage sind sich generativ zu vermehren. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass sich *Spiraea pseudosalicifolia* SILVERSIDE und *Spiraea billardii* HÉRINCQ vorwiegend vegetativ vermehren (ADOLPHI, K. 1995). Da das Rhizomwachstum dieser Arten stark von der Vitalität der Pflanzen und auf die nähere Umgebung des Rhizomursprungs beschränkt zu sein (vgl. ADOLPHI, K., 1995). Es muss also davon ausgegangen werden, dass die flächenhafte Ausdehnung dieser Arten nur unter optimalen Bedingungen und über einen langen Zeitraum erfolgen kann.

Die Kartierungsarbeiten innerhalb des Untersuchungsgebietes zeigten deutlich, dass vor allem *Spiraea tomentosa* L. in der Lage ist Massenbestände auszubilden, die sich durch einen hohen Deckungsgrad (>25 %) auszeichnen. Kleinflächig ließen sich solche Beobachtungen auch für *Spiraea douglasii* HOOK. machen. Diese Erkenntnisse decken sich mit den Aussagen von ADOLPHI, K. (1995), der das durch starke Ausläuferbildung rasche Bewachsen von Offenflächen durch *Spiraea douglasii* HOOK. schildert. Dennoch scheinen Vorkommen der Spiersträucher wie sie auf dem ehemaligen Panzerschießplatz des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft und innerhalb dieser Untersuchungen festgestellt werden konnten hinsichtlich ihrer flächenhaften Ausdehnung nicht mit bekannten Vorkommen in Deutschland vergleichbar. Ursache dafür ist nicht nur das Fehlen wissenschaftlicher Untersuchungen sowie korrekter Kartierungsarbeiten mit ausführlicher Dokumentation zur Ausdehnung der Bestände sondern auch Einschätzungen und Erfahrungen in Bezug auf die Spiersträucher und ihres problematischen Potentials.

Diese Tatsache lässt sich jedoch darin begründen, dass scheinbar ein Großteil der Spierstrauchvorkommen in Deutschland nicht nur vergleichsweise kleinflächig sind und aufgrund geringer Ausbreitungstendenzen als unproblematisch eingestuft werden. Sondern auch darin, dass *Spiraeae* häufig in Siedlungsnähe, an

Bahndämmen und Straßenrändern (ADOLPHI, K. 1995/1998) vorkommen und seltener wie es im Biosphärenreservat der Fall ist innerhalb von Naturschutzgebieten und naturnahen Pflanzengesellschaften verbreitet sind. Aus diesem Grund und der geringeren naturschutzfachlichen Wertigkeit der erstgenannten Besiedlungsbereiche scheinen auch sich ausbreitende und dichtere Bestände der Spiersträucher nicht zwangsläufig problematisch und untersuchenswert sondern eher eine Bereicherung der Flora aufgrund ihres Blühaspektes zu sein.

Die Ausbildung von Massenbeständen sowohl für *Spiraea douglasii* HOOK. als auch für *Spiraea tomentosa* L. wie sie innerhalb der Kernzone und des ehemaligen Panzerschießplatzes beobachtet werden können, scheint jedoch nicht untypisch zu sein, da eine solche Verhaltensweise dieser beiden Arten auch aus den ursprünglichen Heimatgebieten Nordamerikas geschildert wird (vgl.: Kap 2.6.1 b/ 2.6.2 b) In diesem Zusammenhang wird die massenhafte Ausbreitung und die Ausbildung von nahezu Reinbeständen vor allem für Offenlandbereiche beschrieben, die sich durch wenig Gehölzaufwuchs und damit durch geringe Konkurrenz durch andere Arten auszeichnen. In bewaldeten Gebieten des Heimatareals scheinen sich die Arten hingegen in die vorhandene Vegetation ohne Ausbildung großflächiger Bestände einzumischen. (WWW.FS.FED.US; WWW.WISPLANTS.UWSP.EDU; WWW.PLANTS.USDA.GOV).

Da die Kartierungsarbeiten innerhalb der Kernzone Daubaner Wald zu den gleichen Ergebnissen führten und die Vorkommen der Spiersträucher erstaunliche Ausmaße annehmen, ist zu vermuten dass sich das Untersuchungsgebiet durch Besonderheiten auszeichnet, die den Gegebenheiten innerhalb des ursprünglichen Verbreitungsgebietes ähnlich sind. Vergleicht man die klimatischen Bedingungen unter denen die Vorkommen innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes wachsen mit denen, die im Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet vorherrschenden, so lassen sich grundlegende Gemeinsamkeiten feststellen. Der überwiegende Anteil der Spierstrauchvorkommen in Nordamerika wächst innerhalb der gemäßigten Klimazone. In diesem Zusammenhang zeichnen sich die Verbreitungsregionen der Spiersträucher ebenso wie es innerhalb des Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet der Fall ist durch kontinental beeinflusstes Klima aus (WEISCHEIT, W., 1980).

Bei näherer Betrachtung der Verteilung der Vorkommen innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes fällt auf, dass sowohl *Spiraea tomentosa* L. als auch *Spiraea douglasii* HOOK. überwiegend in küstennahen Regionen vorkommen und vereinzelt

in stärker kontinental geprägte Bereiche vordringen. Dieses Verteilungsbild lässt sich vermutlich auf die hydrologischen Verhältnisse zurückführen. Die Verbreitungsgebiete von *Spiraea tomentosa* L. sind aufgrund des Einflusses feuchter atlantische Luftmassen stark durch humides Klima geprägt, so dass mittlere Jahresniederschläge von 1000 mm nahe der atlantischen Küste bis hin zu 750 mm in stärker kontinental geprägten Gebieten zu verzeichnen sind. Die Vorkommen von *Spiraea douglasii* HOOK. befinden sich entlang der Pazifikküste und reichen nur wenig in den Nordamerikanischen Kontinent hinein. Diese Regionen zeichnen sich durch ein verstärkt ozeanisch geprägtes Klima aus. Zusätzlich werden aber auch Regionen der gemäßigten und subpolaren Zone feuchter Klimate besiedelt, so dass mittlere Jahresniederschläge von ca. 2000mm bis hin zu 500mm zu verzeichnen sind. (WEISCHEIT, W., 1980; www.amerika-live.de)

Im Vergleich mit dem Biosphärenreservat sind die Niederschlagsmengen im natürlichen Verbreitungsgebiet deutlich höher. Dennoch können die hydrologischen Verhältnisse ähnlich zu sein, da das Defizit an Niederschlägen im Biosphärenreservat scheinbar durch die innerhalb der Kernzone hohen Grundwasserstände ausgeglichen zu sein scheint (vgl. Kap.: 3.3.1). In Gebieten des Heimatareals, die sich durch erhöhte Kontinentalität sowie abnehmenden Einfluss feuchter Luftmassen auszeichnen, ist ein Großteil der Vorkommen der Spiersträucher in Bereichen zu finden, die aufgrund ihrer Lage niederschlagsbegünstigt sind oder zumindest zeitweise überflutet werden (WWW.FS.FED.DE; WWW.NATURESERVE.DE; WWW.WISPLANTS.UWSP.EDU). *Spiraea tomentosa* L. ist im Innland beispielsweise im Bereich der "Great Lakes" nicht selten zu finden (WWW.WISPLANTS.UWSP.EDU; WWW.PLANTS.USDA.GOV). Zu bedenken ist, dass die ausgedehnten Flusssysteme innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes zu feuchteren regionalen Klimaten führen (WEISCHEIT, W., 1980). Diese Wirkung könnte durchaus mit dem innerhalb der Kernzone des Biosphärenreservates auftretenden pseudoatlantischen Effekt und den durch ihn hervorgerufenen klimatischen Ausgleichswirkungen gleichgesetzt werden. Die innerhalb des Biosphärenreservates vorherrschenden Temperaturverhältnisse mit durchschnittlichen Juliwerten von 18,1°C bis 18,8°C (MANNFELD, K. & RICHTER, H., 1995) scheinen sich gut in das durch die Vorkommen der Spiersträucher in Nordamerika eingenommene Temperaturspektrum einzugliedern. So werden neben den kühl und warmgemäßigten Klimaten, die sich durch warme Sommer und kalte oft schneereiche Winter

auszeichnen auch kühlere montane Lagen sowie subarktische und arktische Klimate, die durch sehr kalte Winter und kurze milde Sommer charakterisiert sind, besiedelt (WEISCHEIT, W., 1980; www.amerika-live.de). *Spiraea tomentosa* L. benötigt beispielsweise eine frostfreie Zeit von 110 Tagen, die innerhalb des Biosphärenreservates wie Anlage 4 Abbildung 4 zeigt, gewährleistet ist (WWW.PLANTS.USDA.GOV).

Wie bereits in den einleitenden Kapiteln (Kap.:2.6.1 b/ 2.6.2 b) beschrieben ist, werden durch *Spiraea* sowohl im ursprünglichen Verbreitungsgebiet als auch innerhalb der Oberlausitz und im speziellen der Kernzone des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft ähnliche Habitats besiedelt.

Auch lassen sich aus den durch Spiersträucher besetzten Pflanzengesellschaften charakteristische Standortfaktoren ableiten, die auf das Untersuchungsgebiet zutreffen. Für die durch *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. werden innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes Pflanzengesellschaften beschrieben, die sich durch temporäre Überflutung aufgrund des Einflusses von Flüssen aber auch jahreszeitlich bedingte hohe Grundwasserstände auszeichnen. Nicht selten werden auch wechselfeuchte Standorte beschrieben, die von Spiersträuchern besiedelt werden und ausreichende Feuchte- Bedingungen aufgrund lehmiger Böden schaffen. (WWW.NATURESERVE.DE; WWW.FS.FED.DE) Die in Kap: 3.3.1 beschriebenen Böden innerhalb des Untersuchungsgebietes sind ebenso durch einen deutlichen Grundwassereinfluss ausgezeichnet. Auch hinsichtlich der vorkommenden Bodenarten innerhalb des Untersuchungsgebietes sind Gleichnisse häufig. So handelt es sich wie aus den Standortcharakteristiken der Pflanzengesellschaften in Nordamerika hervorgeht überwiegend um sandige bis hin zu lehmigen Böden, die von Spiersträuchern besiedelt werden und überwiegend auch im Untersuchungsgebiet zu finden sind. (WWW.NATURESERVE.DE; WWW.FS.FED.DE)

Im Rahmen der Studien zum Vorkommen der Spiersträucher wurde deutlich, dass es sich bei einem wesentlichen Teil der von *Spiraeae* eingenommenen Wald- Habitats um Pflanzengesellschaften handelt, die durch Nadelbäume dominiert werden und sich im Vergleich zu Laubbaumbeständen durch einen höheren Lichteinfall auszeichnen. Nicht selten handelt es sich auch um Wälder, die vergleichsweise häufig durch Brände beeinflusst werden, so dass weite Teile des ehemals waldbedeckten Raumes zu unbewachsenen Flächen degeneriert werden und einer erneuten Sukzession unterliegen. Auch Spiersträucher nehmen an der

Wiederbesiedlung solcher Flächen teil, da zumindest ihre unterirdischen Pflanzenbestandteile feuerresistent und zum Wiederaustrieb befähigt sind. (WWW.FS.FED.DE; WWW.NATURESERVE.DE; WWW.PLANTS.USDA.GOV)

Nach WALCZAK, C. (2001) wird ein Großteil der Kernzone insbesondere des Untersuchungsgebietes durch Kiefern- Wälder mit eingestreuter Birke dominiert, die ebenso wie die beschriebenen Habitate des natürlichen Verbreitungsgebietes aufgrund ihres unvollständigen Kronenschluss einen erhöhten Lichteinfall gewährleisten. Neben diesen Bereichen stellen hinsichtlich des Lichtgenusses Verlandungszonen, Grünlandbereiche, Lichtungen und Sandheidenbereiche, die 46,38 % der Gesamtfläche der Kernzone einnehmen, potentielle aber auch bereits besiedelte Spierstrauchhabitate dar, die den Ansprüchen der Spiersträucher in besonderem Maße gerecht werden und den Habitaten innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes ähneln. (WALCZAK, C., 2001; WWW.FS.FED.DE; WWW.NATURESERVE.DE; WWW.PLANTS.USDA.GOV)

An dieser Stelle lässt sich feststellen, dass sowohl die klimatischen, edaphischen als auch hydrologischen Verhältnisse dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Spiersträucher ähneln. Zudem bietet der hohe Flächenanteil offener oder spärlich durch Bäume bewachsener Landschaftsteile unter Berücksichtigung der vorherrschenden Bedingungen des Untersuchungsgebietes einen hinsichtlich des ökologischen Faktors Licht optimalen Lebensraum. Grundsätzlich ist jedoch die erfolgreiche Ausbreitung einer Art nicht nur an Faktoren gebunden, die der „homoklimatischen Hypothese“ (HEGER, T., 2000) entsprechen. Vielmehr ermöglicht nur die „Kombination verschiedener Faktoren“ (KOWARIK, I., 2003; HEGER, T., 2000) die erfolgreiche Ausbreitung und gegebenenfalls Entwicklung von Massenbeständen, wie es anhand von *Spiraea* innerhalb des Untersuchungsgebietes unter optimalen Licht und Feuchte- Verhältnissen deutlich wird. KOWARIK, I. (2003) gibt einen Überblick über eine Vielzahl von Einflussfaktoren, die das Ausbreitungspotential einer Art in besonderem Maße fördern. Dazu zählen insbesondere auch bestimmte Eigenschaften der Arten selbst, die sich auch anhand der Spiersträucher beschreiben lassen. Wie bereits in Kap.: 2.1 beschrieben zeichnen sich Spiersträucher durch einen einfachen Blütenaufbau aus wodurch die Bestäubung durch eine Vielzahl an Insekten insbesondere der Ordnung Diptera (Zweiflügler) sowie Hymenoptera (Hautflügler) erfolgen kann und keine spezialisierten Arten von Nöten sind (ADOLPHI, K., 1995; www.inhs.uiuc.edu). Die generative Vermehrung

der Spiersträucher birgt einen weiteren Vorteil in sich. Wie bereits festgestellt werden konnte neigen Spiraeae aufgrund ihrer genetischen Ähnlichkeit zur Hybridisierung (ADOLPHI, K. 1995; BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Dies erweitert nicht nur das Spektrum der vorhandenen Spierstraucharten sondern trägt zudem dazu bei, dass neue Genotypen entstehen können, die gegebenenfalls an die im Lebensraum vorherrschenden Bedingungen angepasst sind (KOWARIK, I. 2003). Bei den innerhalb des Untersuchungsgebiet gefundenen *Spiraea*- Exemplaren, die keiner Artbeschreibung zugeordnet werden konnten, könnte es sich ebenfalls um durch Hybridisierung neu entstandene Spierstraucharten handeln, die aus diesem Grund noch nicht beschrieben wurden.

Ein weiterer auf die Ausbreitung der Spiersträucher einflussnehmender Faktor sind die produzierten Samen (KOWARIK, I. 2003). So scheint der Erfolg der Spiersträucher in ihrer generativen Vermehrung unter anderem darin begründet zu sein, dass sie eine Vielzahl von keimfähigem Samen produzieren (siehe Kap.:5.8). Beispielsweise entspricht 0,5 kg Samen von *Spiraea tomentosa* L. 1.214.128 Samen (WWW.PLANTS.USDA.GOV). Aufgrund der Vielzahl an Blüten an einem Exemplar, wird leicht vorstellbar, dass bei einem größerem *Spiraea tomentosa* L. Aufkommen eine sehr hohe Zahl an Samen hervorgebracht wird, die nicht nur aufgrund ihrer hohen Keimungsrate sondern vor allem aufgrund ihres Aufkommens zur Erhöhung des Ausbreitungserfolges und zur Anlage eines beträchtlichen Samenpotentials im Boden beitragen können. Neben dieser Tatsache wirkt sich auch der scheinbar unspezifische Ausbreitungsmechanismus vor allem auf die Besiedlung entfernterer potentieller Lebensräume aus (KOWARIK, I., 2003; FREY, W. & LÖSCH, R., 1998). In diesem Zusammenhang scheinen wie bereits in Kap.: 6.4 beschrieben unterschiedliche Mechanismen bei der Samenausbreitung der Spiersträucher zum Tragen zu kommen, so dass die Arten *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. im Vergleich zu Arten deren Samen durch spezifische Ausbreitungsmechanismus charakterisiert sind, bevorteilt sind. Neben der generativen Vermehrung weisen die benannten Spierstraucharten zusätzlich vegetative Vermehrung auf. Diese Kombination der unterschiedlichen Strategien ermöglicht somit nicht nur die erfolgreiche Fernverbreitung sondern stellt einen wesentlichen Faktor bei der schnellen Besiedlung des Habitats dar. Zudem wird durch die vegetative Vermehrung die Ausbildung dichter Bestände gefördert, wodurch die Spiersträucher aufgrund ihrer Wuchsstärke konkurrenzstärker

gegenüber der Ansiedlung anderer Arten werden. (KOWARIK, I., 2003; FREY, W. & LÖSCH, R., 1998)

Neben den erfolgreichen Vermehrungsstrategien wirkt sich ebenso das Fehlen natürlicher Gegenspieler positiv auf die Ausbreitung der Spiersträucher aus (KOWARIK, I., 2003). Grundsätzlich gibt es zwar einige Schmetterlingsarten, die ihre Larven auf Spiersträuchern ablegen und den Strauch als Futterpflanze nutzen (siehe Anlage 5 Tabelle 47). Jedoch ist nur *Coleophora spiraeella* monophag an Spiersträucher gebunden. Andere monophage Arten sind in Sachsen nicht verbreitet. Neben den Schmetterlingen werden lediglich Blattläuse beschrieben, die an vereinzelt Spiersträuchern vor allem aber an geschwächten Exemplaren auftreten können (BUSINSKÝ, R. & BUSINSKÁ, L., 2002). Auch konnten bis heute keine Beobachtungen gemacht werden, die die natürliche Verwertung der Spiersträucher als Futterpflanze durch Herbivore beschreiben. Die Tatsache, dass Spiersträucher förmlich unangetastet bleiben, könnte in den Blatinhaltsstoffen der Spiersträucher begründet sein. ADOLPHI (1995) beschreibt eingelagerte Quercetin- und Kaempferolglycoside sowie eingelagerte Diterpenalkaloide (Spiraein und Spiradin) als verbreitete Inhaltsstoffe in den Blättern dieser Pflanzen. In diesem Zusammenhang handelt es sich bei den Quercetin- und Kaempferolglycosiden um Pflanzeninhaltsstoffe, die als Fraßrepellenzien wirksam werden können oder in der Lage sind die Nahrungsaufnahme und Eiablage von phytophagen Insekten negativ zu beeinflussen. Die eingelagerten Alkaloide (Diterpenalkaloide) verursachen hingegen meist einen bitteren Geschmack, der sie vor Tierfraß schützt. Nicht selten bewirken sie auch physiologische Wirkungen wie Reizungen von Schleimhäuten. (HARBORNE, J. B., 1995; SCHLEE, D., 1992) Diese Wirkungsweise lässt sich für *Spiraea tomentosa* L. sowie *Spiraea douglasii* Hook. nur vermuten, da die genauere Zusammensetzung der Inhaltsstoffe der Blätter dieser beiden Arten nicht bekannt ist. Eine nähere Aufklärung dieser Zusammenhänge wäre jedoch wünschenswert.

Wie aus diesen zusammenfassend dargestellten Eigenschaften der Pflanzen in Verbindung mit den im Untersuchungsgebiet vorherrschenden abiotischen und biotischen Faktoren hervorgeht handelt es sich hinsichtlich der Ausbreitung der Spiersträucher innerhalb der Kernzone um einen Prozess der durch zahlreiche Faktoren begünstigt wird. Hinzu kommt, dass die innerhalb des Untersuchungsgebietes vorkommenden Spierstraucharten hinsichtlich des Nährstoffangebotes sowie der Bodenreaktion keine spezifischen Ansprüche haben.

Lediglich die lokal variierenden Feuchte- Verhältnisse sowie das zur Verfügung stehende Lichtangebot scheinen die Ausbreitung innerhalb des Untersuchungsgebietes zu begrenzen.

Vor allem *Spiraea tomentosa* L. aber auch *Spiraea douglasii* HOOK. Lassen sich anhand der Ergebnisse der durchgeführten Auswertungen als Offenlandarten beschreiben, die in der Lage sind sich unter optimalen Licht- und Feuchte-Verhältnissen unter Berücksichtigung der im Vorfeld genannten Faktoren invasiv auszubreiten. In diesem Zusammenhang scheint die Konkurrenzkraft jedoch nicht nur durch die Vermehrungsstrategien sondern auch durch die beobachteten Wuchsformen insbesondere bei *Spiraea tomentosa* L. hervorgerufen zu werden. Die unter optimalen Licht- und Feuchte- Verhältnissen ausgebildete Vitalität der Pflanzen fördert speziell bei *Spiraea tomentosa* L. (siehe Kap.: 5.4) eine Wuchsform bei der die ausgebildeten Sprosse überhängen. Somit wird in einem je nach Sprosslänge abhängigem Radius die Bodenoberfläche stark überdeckt. Dies führt in der Konsequenz zu einer Überschattung der Vegetation wodurch *Spiraea tomentosa* L. in Bezug zu anderen Pflanzenarten sowie zu anderen Spierstraucharten eine hohe Lichtkonkurrenz ausübt und beim Auftreten in hohen Deckungsgraden in der Lage ist die Begleitvegetation zu verdrängen. *Spiraea douglasii* HOOK. weist im Vergleich zu *Spiraea tomentosa* L. eine abweichende Wuchsform auf. Jedoch kann bei hohen Deckungsgraden, aufgrund der erreichbaren Größe und der dichten Beblätterung, die Licht- Konkurrenz gegenüber anderen Arten ebenso stark ausgeprägt sein. Des weiteren wird das innerhalb der Herbstmonaten abgeworfene Falllaub nur unvollständig und sehr langsam abgebaut, so dass das anfallende Material die Bodenoberfläche innerhalb der Bestände fast vollständig überdeckt (KAMPA, E., 1997). Diese Beobachtungen könnten nicht nur in der je nach Durchfeuchtungszustand des Bodens unterschiedlich starken Mikroorganismen-tätigkeit liegen, die vor allem im nassen und überstauten Bodenmilieu stark eingeschränkt ist (FRITSCH, M. & SCHUSTER, M., 1996), sondern eventuell auch in den Blatinhaltsstoffen, die den Abbau des organischen Materials erschweren (HARBORNE, J. B., 1995; SCHLEE, D., 1992). Es sollte zudem darauf hingewiesen werden, dass nicht nur die Überschattung einen Einfluss auf die Bodenflora besitzt. HARBORNE, J. B. (1995) beschreibt beispielsweise, dass die häufig in den Blättern der Spiersträucher enthaltenen Derivate der Kaffeesäure die Keimfähigkeit der Samen anderer Pflanzenarten stark herabsetzen und im Extremfall

vollständig hemmen können, so dass schlussfolgernd das Aufkommen potentieller Lichtkonkurrenten durch das im Boden vorhandene Samenpotential stark eingeschränkt wird. Aufgrund der hier beschriebenen Konkurrenzkraft insbesondere von *Spiraea tomentosa* L. aber auch *Spiraea douglasii* Hook. können sich unter optimalen Bedingungen Reinbestände mit enormer flächiger Ausdehnung ausbilden. Dieser scheinbar auf feuchte Offenlandbereiche beschränkte Prozess der Invasion gewinnt zudem an Bedeutung, da es sich bei den stark durch Spiersträucher eingenommenen Habitaten innerhalb der Kernzone vermehrt um Biotoptypen handelt, die nach dem Bundesnaturschutzgesetz einem Schutzstatus unterliegen und teilweise „gefährdet“ oder „stark gefährdet“ sind (WALCZAK, C., 2001; BUDER, W., 1999). Dazu zählen beispielsweise Nasswiesen, Röhrichte, Binsen- Waldsimsen-Schachtelhalmsumpf, magere Frischwiesen sowie Seggen- und Binsenreiche Feuchtweiden (WALCZAK, C., 2001). Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass das großflächige Auftreten der Spiersträucher in diesen Bereichen nicht nur zur Beeinträchtigung der Flora durch Verdrängung oder Behinderung des Wachstums anderer Pflanzenarten führt (KAMPA, E., 1997; WALCZAK, C., 2001; BURKART, B. in KENNETH ET AL., 2004). Vielmehr scheinen die dichten Massenaufkommen der *Spiraeae* im Bereich dieser Standorte sehr stabile Populationen auszubilden und eine Stagnation der natürlichen Sukzession hervorzurufen. Diese Tatsache scheint bei oberflächlicher Betrachtung jedoch nicht der mit der Definition der Kernzone als Totalreservat verbundenen Vorstellung der Entwicklung natürlicher Vegetation unter dem Einfluss der natürlichen Dynamik ökosystemarer Prozesse vereinbar.

Aufgrund des innerhalb dieser Untersuchungen festgestellten Ist- Zustandes der Verbreitung der Spiersträucher und ihrer Ausbreitungseigenschaften stellt sich die Frage wie sich die Vegetation unter dem Einfluss der Spiersträucher innerhalb der Kernzone weiter entwickeln wird. Sicherlich sind Prognosen solcher Art aufgrund der Vielzahl an Faktoren, die die Ausbreitung der Spiersträucher beeinflussen und deren Maß des Einflusses noch nicht ausreichend untersucht ist, sehr komplex. Dennoch sollen an dieser Stelle Prognosen deren Eintritt sehr wahrscheinlich erscheint anhand der bisherigen Ausführungen sowie einiger Beobachtungen vorgestellt und diskutiert werden, da sie wie KOWARIK, I. (2003) untermauert in Hinblick auf das Invasionspotential der Spiersträucher in anderen Ökosystemtypen und zur eventuellen Risikoabschätzung hilfreich erscheinen. Im Rahmen der natürlichen Waldentwicklung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist zu erwarten,

dass die vorhandenen Kiefern- und Fichtenforste in ihrem horizontalen und vertikalen Aufbau zunehmend strukturieren, so dass die ohnehin häufig in geringen Deckungsgraden oder vereinzelt vorkommenden Spierstraucharten zunehmend beschattet und in ihrer Ausbreitung beschränkt werden.

Für die vorhandenen Grabensysteme ist zu vermuten, dass sie zunehmend Verfallen und somit als Bereiche, die für die Spiersträucher hinsichtlich der Feuchte-Verhältnisse bessere Standortbedingungen aber auch eine höhere Nährstoffversorgung bieten, entfallen werden. Zudem scheint es wahrscheinlich, dass sowohl Gräben, Schneisen und Wege, die sich mitunter durch sehr dichte Spierstrauchbestände auszeichnen mit fortschreitender Sukzession der angrenzenden Wälder als Spierstrauch- Lebensraum an Bedeutung verlieren. Dieser Prozess wird vor allem durch die vom Rand der Bestände ausgehende Lichtkonkurrenz eingeleitet werden, wodurch die Spierstrauchvorkommen ausgedünnt werden und Wuchsraum für höherwüchsige Baum- und Straucharten zur Verfügung steht. Neben den Laubbäumen erscheinen auch die häufig verbreiteten Adlerfarnvorkommen, die aufgrund ihrer bis zu mannshohen Farnwedel eine geschlossene Decke ausbilden, in ihrem Beschattungseffekt hinsichtlich der Rückdrängung von Spiersträuchern sehr effizient zu sein (vgl. Kap.: 5.4).

Beispielhaft für das Vorkommen der Spiersträucher unter dem Einfluss der natürlichen Sukzession sind vor allem die südlich und südöstlich vom Herrgottsteich gelegenen Bereiche des Untersuchungsgebietes. Nach Untersuchungen von WALCZAK, C. (2001) konnten in diesen Gebieten bereits naturnahe Erlenbruchwälder, sowie Initialstadien des Birken- Stieleichenwaldes sowie des Hainbuchen- Eichenwaldes festgestellt werden. Zudem lassen sich diese Bereiche durch einen im Vergleich zu den Kiefernbeständen stärkeren Kronenschluss sowie eine deutlich ausgeprägte Strauchschicht charakterisieren (WALCZAK, C., 2001). So dass die Besiedlung und Ausbreitung von Spiersträuchern aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Lichtangebotes sowie des mangelnden Wuchsraumes nicht zu vermuten ist. Ausnahmen bilden lediglich Lichtungsbereiche in denen der Konkurrenzdruck weniger stark ausgeprägt erscheint. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen und der Ansprüche der verschiedenen Spierstraucharten scheint die Entwicklung der Waldbiotope in Richtung der potentiellen natürlichen Vegetation nicht gefährdet und durchaus möglich. Es ist jedoch grundsätzlich nicht davon auszugehen, dass Spiersträucher in Waldbereichen vollständig verdrängt werden.

Diese Annahme beruht zum einen auf der Tatsache, dass die innerhalb des Untersuchungsgebietes vorhandenen Spierstraucharten weite Toleranzbereiche hinsichtlich der Standortfaktoren aufweisen. Des Weiteren muss je nach Standort davon ausgegangen werden, dass ein beträchtliches Samenpotential im Boden vorhanden ist, dass unter Umständen zur Ansiedlung neuer Pflanzen führen kann. Bedeutend für das Vorkommen der Spiersträucher in entwickelten Pflanzengesellschaften werden vor allem Bereiche sein, die sich in Alterungs- und Absterbe-Phasen befinden, da hier vermehrtes Auftreten von Totholz sowie Windwurf und Windbrucherscheinungen zu erwarten sind. Diese natürlichen Dynamiken führen in der Konsequenz zur Schaffung von „Lichtinseln“, die potentielle Lebensräume für die Spierstraucharten darstellen. Für die vor allem im Süden befindlichen Nassstandorte ist die Entwicklung der vorhandenen Vegetation in Richtung des Sumpforst- Kiefern- Moorwaldes und vereinzelt zum Wasserfeder- Erlen- Sumpfwald zu erwarten (SCHMIDT, P. A, 2002). Da sich diese Waldgesellschaften häufig durch einen lockeren Baumbestand auszeichnen (SCHMIDT, P. A, 2002), lässt sich vermuten, dass die in diesen Bereichen kartierten Spierstrauchvorkommen auch in Zukunft erhalten bleiben und sich in die Strauchschicht integrieren.

Entgegen der Waldbiotope ist die Entwicklung der nur geringfügig baumbesetzten Gebiete kritisch zu betrachten. Grundsätzlich wäre zu erwarten, dass ein Großteil der heute baumfreien Biotope wie Feucht- und Nasswiesen sowie Verlandungszonen zunehmend durch Waldbiotope ersetzt wird. Da diese Bereiche jedoch sehr oft von Spierstrauchbeständen hohen Deckungsgrades eingenommen werden, ist unklar in welchem Zeitraum diese Entwicklung stattfinden wird. Die Vorkommen innerhalb dieser Bereiche scheinen vergleichbar mit dem Prozess der Polykormonsukzession, nach deren schematischen Ablauf sich polykormonbildende Arten wie die Spiersträucher ansiedeln und ausbreiten und somit in der Lage sind die Standortfaktoren zu beeinflussen (DIERSCHKE, H., 1994; GLAVAC, V., 1996) In einem weiteren Stadium beschreibt DIERSCHKE, H. (1994) die Ansiedlung anderer Baum- und Straucharten im inneren der Polykormongebüsche, was auf das altersbedingte Absterben der Ausgangsindividuen zurückzuführen ist. Über welchen Zeitraum der Übergang von der Ausbreitungsphase zur Auflichtung der *Spiraeabestände* stattfindet, ist aufgrund mangelnder Erfahrungen im Verhalten alternder Polykormone und der Unkenntnis der Alter der innerhalb des

Untersuchungsgebietes vorhandenen Spierstrauchvorkommen nur schwer einschätzbar. Da sich insbesondere *Spiraea tomentosa* L. als äußerst konkurrenzstark erweist, ist davon auszugehen, dass wie es DIERSCHKE, H. (1994) beschreibt auch artenarme *Spiraea*- Bestände durchaus in der Lage sind stabile Populationen innerhalb eines Stadiums auszubilden. In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass sich ein Großteil der Vorkommen in „offenen“ Bereichen innerhalb des Untersuchungsgebietes noch in der Ausbreitungsphase befindet. So ist zu vermuten, dass sich vor allem in dichten Spierstrauchbeständen die Entwicklung der potentiellen natürlichen Vegetation stark verzögert. Zudem ist eine Abnahme des Deckungsgrades der *Spiraea*- Bestände in diesem Zusammenhang scheinbar nur ausgehend von den Randbereichen wie es für Gräben und Schneisen bereits beschrieben wurde zu erwarten. In Bereichen ausgedehnter Röhrichte scheinen sich Spiersträucher, wie bereits in Kap.: 5.4 angedeutet, weniger stark auszubreiten. In diesem Zusammenhang ist zu vermuten, dass *Phragmitis australis* einen Konkurrenzeinfluss insbesondere auf *Spiraea tomentosa* L. ausübt. Wahrscheinlich handelt es sich in diesem Zusammenhang um Konkurrenz der von beiden Arten ausgebildeten Polykormone, die um Wuchsraum konkurrieren. Eine nähere Überprüfung dieses Zusammenhanges zur Abschätzung des Ausbreitungspotentials von *Spiraea* spc. in Röhrichten scheint jedoch erforderlich.

Einen der kritischsten Bereiche in denen vor allem *Spiraea tomentosa* L. sehr hohe Deckungsgrade einnimmt, stellt die separat kartierte Fläche dar, die an dieser Stelle nochmals erwähnt werden soll. Hier werden die Ansprüche der Spiersträucher scheinbar optimal erfüllt. So stellt dieser Bereich nicht nur eine der tiefsten Stellen innerhalb des Untersuchungsgebietes dar und fungiert als eine Art Wassersammelbecken sondern wird zusätzlich durch Gräben mit Wasser gespeist. Zudem ist das Gebiet bezogen auf seine Ausdehnung praktisch als baumfrei zu bezeichnen. Ebenso erwähnt werden sollte an dieser Stelle, dass zu vermuten ist, dass sowohl die für dieses Gebiet ermittelte mittlere Licht- und Feuchte- Zahl aufgrund der Vorgehensweise bei der Kartierung und Pflanzenbestimmung wesentlich höher eingestuft werden müssen als es erfolgte. So lassen sich bereits aus der Standorterkundung sowie aus eigenen Erfahrungen für weite Teile dieses Gebietes sumpfige Verhältnisse beschreiben, die sich auf die Etablierung von Baum- und Straucharten negativ auswirken. So dass ein ausdauerndes Spierstrauchvorkommen mit langfristig negativen Folgen auf die noch bruchstückhaft vorhandene

Vegetation zu vermuten ist. Auch scheint die Entwicklung der für diese Gebiete natürlichen Waldgesellschaften des Sumpfporst- Kiefern- Moorwaldes und des Wasserfeder- Erlen- Sumpfwaldes (SCHMIDT, P. A, 2002) auf ungewisse Zeit unterbrochen.

Da der zeitliche Faktor im Rahmen des Invasionsprozesses innerhalb der baumfreien Gebiete eine wesentliche Rolle spielt und nur wenig über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Spiersträucher in verschiedenen Biotoptypen bekannt ist, scheint ein Monitoring ausgewählter Bestände in Verbindung mit der Erfassung vorkommender Pflanzenarten zur genaueren Feststellung der Auswirkungen der *Spiraeae* auf die Standortfaktoren notwendig. Empfehlenswert ist in diesem Zusammenhang die Anlage von Transekten, die die fortschreitende Spierstrauchausbreitung entlang eines Gradienten am deutlichsten wiedergeben können. Die Anlage der Transekte sollte in unterschiedlichen Biotoptypen erfolgen wie beispielsweise in Verlandungsbereichen des Lichteteiches, weiteren baumfreien Bereichen wie Nass- und Feuchtwiesen aber auch in wenig strukturierten Waldbereichen bei denen eine Entwicklungstendenz zu erwarten ist. Neben unterschiedlicher Biotoptypen sollten einige Monitoringflächen auch verschiedene Feuchte- Verhältnisse berücksichtigen um das Ausbreitungspotential von Spiersträuchern auch auf andere Vorkommen außerhalb des Untersuchungsgebietes besser einschätzen zu können. Zusätzlich sind Transekte in der Umgebung von Wäldern und Gräben zu empfehlen, da innerhalb dieser das Ausbreitungsverhalten der *Spiraea* in angrenzende Bereiche nachvollzogen werden kann.

Die Anlage von Transekten zum Monitoring der Spiersträucher birgt bei regelmäßiger Kontrolle einen weiteren Vorteil. So lassen sich, insofern die gesammelten Daten regelmäßig ausgewertet werden, nicht nur die Auswirkungen der Spiersträucher auf die Vegetation und umgekehrt nachvollziehen sondern auch der Einfluss langfristiger klimatischer Veränderungen auf das Vorkommen der Spiersträucher.

Grundsätzlich lässt sich vermuten, dass mit zunehmender Erwärmung und sinkender mittlerer Jahresniederschlagsmengen die für das Untersuchungsgebiet charakteristischen hohen Grundwasserstände absinken werden. Dies führt zu dem Schluss, dass die von Spiersträuchern bevorzugten Bereiche durchfeuchteterer Standorte vermutlich in ihrer Häufigkeit zurückgehen. Da es sich bei den innerhalb des Untersuchungsgebietes verbreiteten Böden jedoch nicht selten um lehm- und

tonunterlagerte Sande handelt, die wasserstauende Eigenschaften sowie erhöhte Wasserspeicherkapazitäten aufweisen, kann nicht geschlussfolgert werden, dass das Untersuchungsgebiet gänzlich für die Besiedlung durch Spiersträucher ungeeignet sein wird. Eventuell wäre denkbar, dass mit der Veränderung der Standortbedingungen das aggressive Ausbreitungspotential der Spiersträucher auch in baumfreien Bereichen geschwächt wird. Denkbar wäre auch, dass einige Teile des Untersuchungsgebietes bei denen es sich um reine Sandböden handelt aufgrund der prognostizierten Rückganges der Niederschlagsmengen und der erhöhten Verdunstung durch zunehmende Temperaturen von längeren Trockenphasen geprägt werden können und somit für die Besiedlung durch Spiersträucher ungeeignet erscheinen. Diese Ausführungen sind jedoch nur Thesen und sollten in Langzeituntersuchungen überprüft werden.

Aufgrund der Tatsache, dass die innerhalb des Biosphärenreservates vorhandenen Spierstraucharten in der Lage sind artenarme Massenbestände auszubilden und dadurch insbesondere gefährdete Arten und Pflanzengesellschaften zu gefährden liegt die Kontrolle bis hin zur Bekämpfung dieser Arten nahe. Unterstützt wird dies zudem durch Artikel 8 h des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt von 1992, der in Hinblick auf bereits im Gebiet vorkommende problematische Arten, zur Kontrolle oder Beseitigung solcher Arten im Falle der Gefährdung von Schutzgütern verpflichtet. (KOWARIK, I., 2003) Wie die Ergebnisse der im Rahmen unterschiedlicher Projekte durchgeführten Kontrollmaßnahmen sowie die Untersuchungen zur Regenerationsfähigkeit zeigen, sind die untersuchten Spierstraucharten äußerst regenerationsfähig und tolerant gegenüber verschiedenen Stressoren, so dass die unterschiedlichen angewendeten Maßnahmen nur wenig erfolgversprechend erscheinen. Auf den Rückschnitt reagieren die Pflanzen sehr schnell, wobei im Rhizom eingelagerte Energiereserven mobilisiert und genutzt werden. Um Erfolge bei dieser Maßnahme zu erzielen scheint es unabdingbar die Energiereserven der Spiersträucher so weit wie möglich abzubauen. Dies könnte jedoch nur im Zusammenhang mit einer regelmäßigen und häufigen Durchführung des Rückschnitts erfolgen. Zudem scheint es angebracht die Schnittzeiten in Entwicklungsphasen der Pflanzen zu verlagern, in denen die Pflanzen wesentliche Mengen an Speicherstoffen in die oberirdisch sichtbaren Pflanzenbestandteile investiert. Effektiv erscheinen beispielsweise Verschnittmaßnahmen zur Zeit der Blattausbildung im Frühjahr sowie der Blüten- und Samenbildungsphase. Nicht zu

vernachlässigen ist jedoch auch der Zeitraum vor Abwurf des Blattwerkes in den Herbstmonaten. Es ist zu vermuten dass Energiereserven nicht nur zur Anlage neuer Knospen für den Wiederaustrieb im nächsten Jahr verwendet sondern gerade in den Herbstmonaten in das Rhizom eingelagert werden. Wie hieraus bereits hervorgeht, handelt es sich um eine Vorgehensweise, die einen hohen Zeit- aber auch Kostenaufwand bedeutet. Zudem kann die Mahd aufgrund der dichten Strauchwerke häufig nur mit einem Freischneider erfolgen. Der Einsatz von Mensch und Gerät gestaltet sich überwiegend schwierig, da ein Großteil der von Spiersträuchern besetzten Flächen feuchte bis überstaute Bodenverhältnisse aufweisen und somit nur unter enormen technischen Aufwand oder nur in Randbereichen bewirtschaftbar sind. In diesen Bereichen scheint eine Mahd bzw. der Verschnitt der Pflanzen wenig aussichtsreich. Ebenso wenig erfolgreich erwiesen sich Ausreißversuche. Aufgrund des im Boden stark verankerten Wurzelsystems reißen die Wurzeln nicht selten ab und verbleiben als Regenerationsorgane im Boden. Vor allem bei lockeren Böden oder solchen die sich durch eine mächtige organische Auflage auszeichnen kann das Ausreißen sogar als äußerst negativ eingestuft werden, da die Bodenoberfläche stark geschädigt wird und nicht selten mit einer Bodenumwälzung oder einem Bodenabtrag vergleichbar erscheint. Innerhalb des Teichgebietes Niederspre-Hammerstadt stellt die Ausreißmethodik bezüglich der dort vorkommenden Art *Spiraea tomentosa* L. eine der am häufigsten angewendeten Praktiken dar. Auch hier scheint jedoch wie BROZIO, F. (2005 pers. Mitteilung) die Regeneration und das erneute Aufkommen der Pflanzen kaum zu verhindern, da das vorhandene Wurzelmaterial in den seltensten Fällen vollständig entfernt werden kann. Dennoch ist das Verfahren nicht zwangsläufig zu unterschätzen, da bei regelmäßiger Durchführung zumindest die Ausbildung geschlossener Spierstrauchvorkommen verhindert und somit die Ansiedlung anderer Pflanzenarten ermöglicht wird, die zur Beschattung der *Spiraeae* beitragen und die Dynamik der Verdrängung durch Konkurrenz ermöglichen. Eine zusätzliche Möglichkeit zur Eindämmung der Ausbreitung von Spiersträuchern stellt das Entfernen von Blütenständen dar, da auf diese Weise zumindest die Fernausbreitung und Erschließung neuer Wuchsorte durch Spiersträucher verhindert werden kann. In diesem Zusammenhang sollte jedoch darauf geachtet werden, dass diese Maßnahme vor der Samenreife und dem Aufbrechen der Karpelle erfolgt um eine ungewollte zusätzliche Ausbreitung zu vermeiden. Solche Maßnahmen werden auch innerhalb des Teichgebietes

Niederspre- Hammerstadt durchgeführt. Wie weitreichend diese Maßnahme zum Erfolg der Eindämmung der *Spiraea*- Vorkommen beiträgt bleibt abzuwarten.

Wenig aussichtsreich erwiesen sich auch die Beweidungsversuche mit Schafen und Ziegen. Zudem scheint es als würden die Tiere aufgrund ihrer Abmagerung mehr geschädigt als die Spiersträucher selbst. Diese Tatsache lässt sich einerseits auf den geringen Nährwert der Spiersträucher als Futterpflanze zurückführen (www.plants.usda.gov). Andererseits ist zu bedenken, dass insbesondere die Wurzeln von *Spiraea tomentosa* L. Tannine enthalten (ADOLPHI, K. 1995), die Proteine binden können und diese für den Organismus unbrauchbar machen. Zudem wirken sie adstringierend und führen zur Bläschenbildung auf der Zunge (HARBORNE, J. B., 1995). Da Spiersträucher in der Lage scheinen gespeicherte Stoffe aus dem Wurzelsystem freizusetzen ist es durchaus denkbar, dass auch gespeicherte Tannine als Fraßreppellenzien in Blätter eingelagert sind oder erst bei einsetzendem Fraßdruck eingelagert werden. Dies würde erklären warum *Spiraeae* nur ungern von Schafen und Ziegen angenommen werden. Die festzustellende Abmagerung der Tiere scheint auf Tannine zurückzuführen zu sein. So wurde in Untersuchungen zur Wirkung der Tannine auf Säugetiere festgestellt, dass beispielsweise Schafe bei tanninhaltiger Ernährung vermehrt Glycerin aus dem Fettgewebe freisetzen und somit Speicherfette abgebaut werden (HARBORNE, J. B., 1995). Angesichts dieser Tatsachen sollte von einer Beweidung der Spiersträucher durch Schafe und Ziegen als Reduktionsmaßnahme abgesehen werden. Ebenso ausgeschlossen werden sollte der Einsatz von Herbiziden, da es sich im Untersuchungsgebiet vermehrt um grundwassernahe und grundwasserbeeinflusste Standorte handelt und eine Beeinflussung des hydrologischen Systems nicht auszuschließen ist.

Zusammenfassend lässt sich anhand des bisherigen Erkenntnisstandes zur Reduktion von Spiersträuchern sagen, dass die Erfolgsaussichten relativ gering sind. Eine effektive Kontrolle dieser Pflanzen scheint aufgrund des starken Regenerationsverhaltens nur durch einen hohen Aufwand an Material und Kosten möglich zu sein. Zudem sind die Erfahrungen im Problemmanagement der Spiersträucher äußerst gering. So gibt es nur selten Dokumentationen (BROZIO, F., pers. Mitteilung, 2005) über durchgeführte Reduktionsmaßnahmen hinsichtlich problematischer Spierstrauchbestände wie sie beispielsweise aus dem Teichgebiet Niederspre- Hammerstadt vorhanden sind. Grundsätzlich scheinen die bisher durchgeführten Maßnahmen den kritischen Punkt der Beanspruchung der

Spiersträucher noch nicht erreicht zu haben, so dass weiterer Forschungsbedarf in Hinblick auf die Reduktion und Kontrolle besteht. In diesem Zusammenhang sollte eine Kombination von Maßnahmen angewendet und auf Standorte beschränkt werden, bei denen es sich um Spierstrauchbestände handhabbarer flächiger Ausdehnung handelt und die aus Sicht der vorherrschenden Standortverhältnisse und des abzuschätzenden Aufwandes sinnvoll erscheinen.

Die Kernzone Daubaner Wald im Sinne eines Totalreservates schließt Eingriffe in das dynamische System bis auf wenige Ausnahmen (waldbauliche Initialmassnahmen) aus, um die Entwicklung natürlicher Pflanzengesellschaften ohne Einfluss des Menschen sicher zu stellen (BÖHNERT, W. ET AL., 1996). Im Konflikt dazu stehen die lokal auftretenden kritischen Spierstrauchbestände innerhalb der Kernzone, die zum Handeln animieren. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass die im „Offenlandbereich“ vorkommenden *Spiraea*-Bestände erfolgreiche und stabile Populationen aufgrund der vorherrschenden Standortfaktoren und ihrer biologisch-ökologischen Eigenschaften aufgebaut haben, so dass deren Rückdrängung durch die beschriebenen Methoden kaum möglich erscheint. Zudem wären bei dem Versuch der Kontrolle solcher Bestände die Aufwendungen ohne Erfolgsgewissheit unermesslich. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass in Einzelfällen zwar eine kurzfristige Reduktion möglich wäre, die erneute Ansiedlung und weitere Ausbreitung jedoch aufgrund des vorhandenen Samenpotentials und angrenzender Ausbreitungsquellen nicht verhindert werden könnte. Angesichts dieser Tatsache sollten die Vorkommen der Spiersträucher innerhalb der Kernzone wie KOWARIK, I. (2003) beschreibt, als Bestandteil angesehen werden, deren Ausbreitung zwar durch anthropogene Einflüsse ausgelöst wurde, die jedoch nun der natürlichen Umweltdynamik unterliegt. Die hier beschriebene Akzeptanz der *Spiraeae* innerhalb der Kernzone offeriert nicht nur die Möglichkeit der Beobachtung des Einflusses der Spiersträucher als Störfaktor auf die Vegetation sondern auch das Verhalten der Spiersträucher als Neophyten unter dem Einfluss der Dynamik ökologischer Prozesse und damit das dadurch eventuell verursachte Verschwinden der Spiersträucher durch Sukzession. Abschließend lässt sich feststellen, dass die Kernzone sowohl ihrem Ziel der Sammlung wissenschaftlicher Erkenntnisse sowohl hinsichtlich wirksamer Störfaktoren wie sie im übertragenen Sinne durch Spiersträucher repräsentiert werden als auch hinsichtlich der Auswirkungen der Nutzungsaufgabe auf die Vegetation gerecht

wird. Dennoch sollte die hier angeführte Akzeptanz der Spiersträucher nicht leichtfertig auf andere Bereiche übertragen und die Problematik der potentiellen Invasivität der *Spiraeae* verharmlost werden, sondern stets eine „Einzelfallentscheidung“ (KOWARIK, I., 2003) bezüglich vorkommender Spierstrauchbestände unter Abwägung aller Alternativen stattfinden.

9. Zusammenfassung

Bei der Kartierung der Spierstrauchbestände konnten die Arten *Spiraea tomentosa* L., zwei Variationen von *Spiraea douglasii* HOOK und Vertreter der *Spiraea x billardii* agg. sowie zwei Standpunkte mit unbekanntem Spierstraucharten aufgenommen werden.

Aufgrund der innerhalb der Kernzone vorherrschenden hydrologischen, edaphischen und klimatischen Bedingungen bietet das Untersuchungsgebiet einen geeigneten Lebensraum.

Ausgedehnte Vorkommen der Spierstraucharten sind vorwiegend in Bereichen zu finden, die sich durch einen erhöhten Lichtgenuss auszeichnen. Dazu zählen Gräben, Schneisen, Wege, Wiesen und weitere baumfreie Bereiche.

Vereinzelte Spierstrauchbestände oder Vorkommen geringerer Deckungsgrade sind auch in lichten Waldbiotopen zu finden.

Spiersträucher stellen innerhalb der Kernzone „Offenlandarten“ dar, die durchfeuchtete Böden bevorzugen und sich hinsichtlich ihres Ausbreitungsverhaltens ähnlich den Vorkommen im natürlichen Verbreitungsgebiet verhalten.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Reproduktionsverhaltens anhand des Wurzelsystems zeigen, dass sich *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. vegetativ durch Ausbildung von Rhizomen ausbreiten. Sie bilden Polykormone aus.

Besonderheiten des Wurzelsystems stellen die „Wurzelknoten“ dar, die der Rhizombildung dienen und unter Einfluss mechanischer Stressfaktoren neben weiteren Wurzelsegmenten, die ausreichend Reservestoffe gespeichert haben ein wesentliches Regenerationsorgan darstellen.

Zusätzlich bilden *Spiraea tomentosa* L. und *Spiraea douglasii* HOOK. zahlreiche keimfähige Samen aus, die durch unspezifische Mechanismen ausgebreitet werden können.

Neben den Lebensraumbedingungen im Untersuchungsgebiet tragen die Reproduktions- und Regenerationseigenschaften zur Ausbildung von Massenvorkommen bei. Ebenso förderlich für eine aggressive Ausbreitung sind die Wuchsform, eingelagerte Fraßrepellenzien, fehlende Fraßfeinde und die Anspruchslosigkeit hinsichtlich des Nährstoffangebotes.

Massenvorkommen von Spierstrauchbeständen können als ausdauernde Populationen betrachtet werden, durch deren Einfluss der Ablauf der natürlichen Sukzession zumindest zeitweise stagniert.

Im Rahmen der natürlichen Waldentwicklung werden Spiersträucher aufgrund von Beschattung und Raumkonkurrenz in Waldbiotopen stark zurückgedrängt werden. Kritisch scheinen baumfreie Gebiete, die aufgrund hydrologischer Bedingungen nur spärlich durch Bäume bestockt werden.

Grundsätzlich besteht Untersuchungsbedarf hinsichtlich der Ausbreitungsgeschwindigkeit und dem Alterungsprozess der polykormonbildenden Spiersträucher um die Entwicklung der natürlichen Vegetation ausgehend von artenarmen Spierstrauchbeständen einschätzen zu können.

Bisher erprobte Kontroll- und Reduktionsmaßnahmen der Spiersträucher zeigten nur kurzfristige oder keine Erfolge. Maßnahmen der Mahd und des Verschnitts sowie des Ausreißen sind in Hinblick auf problematische Bestände außerhalb des Kernzonengebietes weiterhin untersuchungs- und anpassungsbedürftig. Auszuschließen sind Beweidung durch Schafe und Ziegen sowie aufgrund der hydrologischen Bedingungen des Untersuchungsgebietes der Einsatz von Herbiziden.

Die Akzeptanz der Spierstrauchvorkommen innerhalb der Kernzone „Daubaner Wald“ stellt eine grundlegende Alternative zu den bisher wenig aussichtsreichen Kontrollmöglichkeiten dar. Dieser Standpunkt lässt sich mit den Zielen und Wertvorstellungen der Konzeption der Kernzone „Daubaner Wald“ durchaus vereinbaren.

Literaturverzeichnis

- 1) ADOLPHI, K. & NOWACK, K. (1983): *Spiraea alba* Du Roi und *Spiraea x billardii* Hérincq- Zwei häufig mit *Spiraea salicifolia* L. verwechselte Taxa. Göttinger floristische Rundbriefe 17 Heft 1/ 2, E. Goltze- Verlag, Göttingen
- 2) ADOLPHI, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 3) ADOLPHI, K. (1995): *Spiraea*. In: Weber, H. E. (Hrsg.): *Spermatophyta: Angiospermae: Dicotyledones* 2(2). Gustav Hegi: Illustrierte Flora von Mitteleuropa IV/ 2A, Blackwell- Verlag, Berlin
- 4) ADOLPHI, K. (1998): *Spiraea*. In: Wisskirchen, R. & H. Heupler, Hrsg. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart
- 5) ALBERTERNST, B. (1998): Biologie, Ökologie, Verbreitung und Kontrolle von Reynoutria- Sippen in Baden- Württemberg. Culterra 23, Verlag des Inst. Für Landespflege der Univ. Freiburg, Freiburg im Breisgau
- 6) BARBER, E. (1893): Die Flora der Görlitzer Heide. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft 20, Görlitz
- 7) BARBER, E. (1893): Die Flora der Oberlausitz preußischen und sächsischen Anteils einschließlich des nördlichen Böhmens. 3. Teil: Die Dicotyledonen Abteilung 2 Reihe Rosales. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft 27, Görlitz
- 8) BARKMANN ET AL. (1964). In: Glavac, V. (1996): Vegetationsökologie- Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Gustav Fischer- Verlag, Jena Stuttgart Lübeck Ulm

- 9) BENKERT, D. ET AL. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Gustav Fischer- Verlag, Jena
- 10) BERGER, I. (2000): Langjährige Beobachtungen des Wettergeschehens im nordwestlichen Vorland der Hohen Dubrau. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Oberlausitz 9
- 11) BÖHM, W. (1979): Methods of studying root systems. Ecological Studies 33. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg New York
- 12) BÖHNERT, W. ET AL. (1996) : „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“ Biosphärenreservatsplan Teil 1- Grundlagen für Schutz, Pflege und Entwicklung. Mücka
- 13) BÖHNERT, W. ET AL. (2001): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften des Freistaates Sachsen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 14) BROZIO, F. (2005): Erfahrungen zur Beseizigung von *Spiraea tomentosa* im NSG- FFH- Gebiet Niederspreer Teichgebiet zwischen 2000 und 2004. schriftliche Mitteilungen, unveröffentlicht
- 15) BUDER, W. (1999): Rote Liste Biotoptypen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 16) BURKART, B. (2003): Der Einfluss von Schafen, Ziegen und Elchen auf die Vegetation des ehemaligen Panzerschießplatzes Dauban. In: Konold, W. & Burkart, B. (2003) Offenland & Naturschutz. Culterra, Schriftenreihe des Institutes für Landespflege, Band 31, Freiburg im Breisgau

- 17) BURKART, B. ET AL. (2004). In: Anders K. et al., Hrsg. (2004). Handbuch Offenlandmanagement- Am Beispiel ehemaliger und in Nutzung befindlicher Truppenübungsplätze. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York
- 18) BUSINSKÝ, R & BUSINSKA, L (2002): The genus spiraea in cultivation in Bohemia, Moravia and Slovakia. Acta Pruhoniana Band 72, Pruhonice
- 19) DAUVIGNEAUD, J. (1975). In: Adolphi, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 20) DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Ulmer- Verlag, Stuttgart
- 21) DÜLL, R. (1997): Exkursionstaschenbuch der Moose. IDH- Verlag für Bryologie und Ökologie, Bad Münstereifel
- 22) ELLENBERG, H. ET AL. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, Göttingen
- 23) ESCHRICH, W. (1976): Strasburger's Kleines Botanisches Praktikum für Anfänger- 17. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York
- 24) FRANZ, H. J. (1970): Die tertiäre geomorphologische Entwicklung der Oberlausitz. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 45/ 2
- 25) FISCHER, U. (2001): Rote Liste der Schwärmer. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

- 26) FREY, W. & LÖSCH, R. (1998): Lehrbuch der Geobotanik- Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena Lübeck Ulm
- 27) FRITSCH, M. UND SCHUSTER, M. (1996): Beschreibung der Liegenschaft M 809- Daubaner Wald. Forstliche Standortserkundung, Verein für forstliche Standortserkundung in Privat- und Körperschaftswald in Bayern e. V.
- 28) GAERTNER, M. & KONOLD, W. (2003): Untersuchungen zum Einfluss von Elchen auf die Vegetation der Feuchtgebiete des ehemaligen Panzerschießplatzes „Dauban“. In: Konold, W. & Burkart, B. (2003) Offenland & Naturschutz. Culterra, Schriftenreihe des Institutes für Landespflege, Band 31, Freiburg im Breisgau
- 29) GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie- Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Gustav Fischer- Verlag, Jena Stuttgart Lübeck Ulm
- 30) GROSSER, K.- H. (1955): Die Standortbildenden Elemente und das Waldbild in der nördlichen und östlichen Oberlausitz. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 34/2
- 31) HARBORNE, J. B. (1995): Ökologische Biochemie- Eine Einführung. Spektrum- Verlag, Heidelberg Berlin Oxford
- 32) HARDTKE, H.- J. & IHL, A. (2000): Atlas der Farn- und Samenpflanzen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 33) HARTMANN, E. ET AL. (1994): Neophyten- Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten- Reihe Umweltforschung in Baden- Württemberg. Ecomed- Verlag, Landsberg
- 34) HAYEN, B. (1995): Populationsökologische Untersuchungen an *Reynoutria japonica*- Erste Ergebnisse. In: Böcker et al. (1995) Gebietsfremde

- Pflanzenarten, Auswirkungen auf einheimische Pflanzenarten, Lebensgemeinschaften und Biotope- Kontrollmöglichkeiten und Management. Umweltforschung in Baden- Württemberg. Ecomed, Landsberg
- 35) HEGER, T. (2000): Biologische Invasionen als komplexe Prozesse: Konsequenzen für den Naturschutz. In: der Zeitschrift „Natur und Landschaft“ Heft 6, 75. Jg. (2000)
- 36) Heupler, H. & Muer. T. (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim)
- 37) JAHNS, H. M. (1995): Bestimmungsbuch Farne, Moose, Flechten Mittel-, Nord- und Westeuropas. 4. Auflage, BLV- Verlagsgesellschaft, München Wien Zürich
- 38) KA 4 (1994): Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der BRD (Hrsg.). Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, Hannover
- 39) KAMPA, E. (1997): Vegetationskundliche Untersuchungen auf dem Schießplatz des ehemaligen TÜP Dauban (Oberlausitz). Universität Stuttgart-Hohenheim, Dipl.- Arbeit
- 40) KLAPP, E. & OPITZ VON BOBERFELD, W. (1990): Taschenbuch der Gräser- Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung, 12. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin Hamburg
- 41) KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988). In: Adolphi, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 42) KOWARIK, I. & STARFINGER, U. (2002): Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln?, Neobiota 1, Berlin

- 43) KOWARIK, I. (2002): Biologische Invasionen in Deutschland: zur Rolle nichteinheimischer Pflanzenarten. In: Biologische Invasionen. Herausforderung zum Handeln?, Neobiota 1, Berlin
- 44) KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen- Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim)
- 45) Landesanstalt für Umweltschutz Baden- Württemberg (1994): Kontrolle des Japanknöterichs an Fließgewässern I: Erprobung ausgewählter Methoden. Stuttgart
- 46) Landesanstalt für Umweltschutz Baden- Württemberg (1994): Kontrolle des Japanknöterichs an Fließgewässern II: Untersuchungen zu Biologie und Ökologie der neophytischen Knötericharten. Stuttgart
- 47) LEINS, P. (2000): Blüte und Frucht- Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion, Ökologie. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- 48) LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992). In: Adolphi, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 49) LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. – Schriftenreihe. Vegetationskunde. 25. Bonn- Bad Godesberg
- 50) MANNSFELD, K. & RICHTER, H. (1995): Naturräume in Sachsen. Forschungen zur Deutschen Landeskunde Band 238, hrsg. V. Zentralausschuss f. dt. Landeskunde, Selbstverlag, Trier

- 51) MILITZER, M. & SCHÜTZE, T. (1952): Die Farn- und Blütenpflanzen im
Kreise Bautzen. Jahresschrift Inst. Sorb. Volksforschung/ Letopis Sonderheft
Teil 1. Domowina- Verlag, Bautzen
- 52) MOBERG, R. & HOLMASEN, I. (1992): Flechten von Nord- und Mitteleuropa-
Ein Bestimmungsbuch. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena New York
- 53) MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie 3. Auflage. Quelle und Meyer,
Heidelberg Wiesbaden
- 54) MÜLLER, F. (1996): Artenliste der Moose Sachsens. Materialien zu
Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und
Geologie, Dresden
- 55) OTTO, H. W. (2004): Die Farn- und Samenpflanzender der Oberlausitz.
Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Oberlausitz 12
- 56) RAMM, Prof. Dr. rer.nat. W.: Praktikum Mikrobiologie. Manuskript der
Mikrobiologie Fachbereich Mathematik/ Naturwissenschaften. FH Zittau/
Görlitz
- 57) REINHARDT R. (1998): Rote Liste der Tagfalter: Materialien zu Naturschutz
und Landschaftspflege, Landesamt für Umwelt und Geologie Dresden
- 58) ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen-
Kritischer Band, Band 4, 8. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart
- 59) ROTHMALER, W. (1995): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen-
Atlasband, Band 3, 9. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart
- 60) SCHAUER, T. & CASPARI, C. (1993): Der große BLV Pflanzenführer. 6.
Auflage. BLV Verlagsgesellschaft, München Wien Zürich

- 61) SCHEPKER, H. (2005): „Welche Neophyten sind in Deutschland invasiv? Ergebnisse einer bundesweiten Befragung“. Vortrag zur Tagung „Invasive Arten in Deutschland: Aktivitäten und Umsetzungsmöglichkeiten“ vom 22./23. Juni 2005. Göttingen
- 62) SCHIECHTL, H. M. (1997): Die Wurzelsysteme der Pflanzen als Grundlage für ihre Verwendung zu ingenieurbioologischen Hangsicherungen. In: OÖ-Landesmuseum (Hrsg.) Wurzeln- Einblicke in verborgene Welten. Stapfia 50, Linz
- 63) SCHLEE, D. (1992): Ökologische Biochemie. 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena
- 64) SCHMIDT, P. A. (1983): Bestimmungsschlüssel für Spiersträucher mit rispigen Blütenständen (Arten und Hybriden von Spiraea, Sect. Spiraea). Mitteilungen floristische Kartierung, Halle 9, 1/ 2
- 65) SCHMIDT, P. A. (2001): Die Baum- und Straucharten Sachsens- Charakterisierung und Verbreitung als Grundlagen der Generhaltung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten- Heft 24, Druckhaus Dresden, Pirna
- 66) SCHMIDT, P. A. (2002): Potentielle Natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1:200000. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 67) SCHULZ, D (2000): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 68) SILVERSIDE, A. J. (1988): Spiraea L. In: Rich, T. C. G. & Rich, M. D. B.; eds. Plant crib, London

- 69) SILVERSIDE, A. J. (1990). In: Adolphi, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 70) SILVERSIDE, A. J. (1990): The nomenclature of some hybrids of the *Spiraea salicifolia* group naturalized in Britain. *Watsonia* 18, London
- 71) TUTIN, T. G. ET AL. (1968) : *Flora Europaea*, Vol. 2, Cambridge
- 72) VIETINGHOFF- RIESCH, A. FRH. V. (1961): *Der Oberlausitzer Wald- seine Geschichte und seine Struktur bis 1945*. Schaper, Hannover
- 73) WALCZAK, C. (2001): Erfassung und Bewertung des aktuellen Waldzustandes im Totalreservat „Daunaner Wald“ und Vorschläge zur weiteren Entwicklung, Diplomarbeit
- 74) WEISCHET, W. (1980): *Allgemeine Klimageographie*. 3. Auflage, Walter de Gruyter- Verlag, Berlin New York
- 75) WIRTH, V. & DÜLL, R. (2000): *Farbatlas Flechten und Moose*. Eugen Ulmer- Verlag, Stuttgart (Hohenheim)
- 76) WOLFF- STRAUB ET AL. (1988). In: Adolphi, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbau- Pflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. Naturwissenschaftliche Arbeiten, Regionale Darstellungen und Schriften- Band 2. Martina Galunder- Verlag, Wiehl
- 77) ZÖFEL, B.(1992): *Statistik in der Praxis*. 3. Auflage, Gustav Fischer- Verlag, Stuttgart Jena

Verwendete Internetadressen:

- a) www.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera, 23.07.05
- b) www.schmetterlinge-deutschlands.de, 23.07.05
- c) www.tu-berlin.de/~oekosys/pdf_dateien/doku_agrio_mitteur.pdf, 12.06.05
- d) www.rook.org/earl/bwca/nature/communities.html, 08.07.05
- e) www.natureserve.org/explorer/servletNatreServe?init=Ecol, 06.05.05
- f) www.botany.wise.edu/wisflora/scripts/detail., 16.08.05
- g) www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/spidou/all.html, 18.06.05
- h) www.olywa.net/speech/july00/guttman.html 08.04.05
- i) www.plants.usda.gov/cgi_bin/topics.cgi?earl=plant_profile.cgi&symbol=stop
05.07.05
- j) www.fs.fed.us/ne/delaware/ilpin/2875.co 07.03.05
- k) www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arr_html?Spiraea+tomentosa&CAN=Comind
07.03.05
- l) www.enature.com/fieldguide/showSpeciesRECNUM.asp?recnum=TS0901
07.03.05
- m) www.wisplants.uswp.edu/scripts/habitats.asp?spCode=SPITOM 11.09.05
- n) www.amerika-live.de/Navigation/Nordnavi/untitled.htm, 27.07.05
- o) www.inhs.uiuc.edu/~kenr//shrubstable.html, 08.04.05

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Zittau, den 23.01.06

Sylvia Kott

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei:

Prof. Dr. rer. nat. Ch. Heidger für die fachliche Betreuung und die Durchsicht des Manuskripts,

den Mitarbeitern des Biosphärenreservates Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft für die regelmäßigen Konsultationen sowie der Bereitstellung des Literatur- und Kartenmaterials.

Frau Dörnchen- Neumann für die hilfreiche Unterstützung bei der Arbeit im Labor und der Bestimmung kritischer Moosarten.

den Mitarbeitern des Naturkundemuseums Görlitz, insbesondere Frau Petra Gebauer für die ermöglichte Einsicht in das Herbarium

meinem Mann für die physisch und psychische Unterstützung die zur Fertigstellung der Diplomarbeit unerlässlich war

sowie allen anderen, die durch Kritik zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen haben.

Anlage 8 (CD)