

Untersuchungen zur Identifizierung ausgewählter Vertreter der Gattung *Salix* L. im NO-deutschen Tiefland, unter besonderer Berücksichtigung des *Salix-repens*-Komplexes¹

Matthias Zander

1	Einleitung	4
1.1	Einführung	4
1.2	Untersuchungsräume	5
1.3	Kenntnisstand / Literaturübersicht	6
1.4	Ziele der Arbeit	12
2	Material und Methoden	13
2.1	Material	13
2.2	Methoden	20
3	Morphologisch-taxonomische und phänologische Untersuchungen	32
3.1	Beschreibung der reinen Arten	32
3.2	Morphologische Mannigfaltigkeit (Variabilität) innerhalb der Gattung <i>Salix</i> , dargestellt am Beispiel des <i>Salix-repens</i> -Komplexes	52
3.3	Beschreibung der Merkmalsausprägung und des Vererbungs- verhaltens von Weidenbastarden mit Hilfe gelenkter Kreuzungen	61
3.4	Phänologische Vergleiche	82
4	Biochemische und genetische Untersuchungen	90
4.1	Isoenzymanalysen	90
4.2	Molekulare Markertechniken	101
5	Vegetationsökologische Charakterisierung ausgewählter Arten	103
5.1	<i>Salix aurita</i> L.	106
5.2	<i>Salix caprea</i> L.	107
5.3	<i>Salix cinerea</i> L.	108
5.4	<i>Salix myrsinifolia</i> SALISB. (<i>Salix nigricans</i> SM.)	109
5.5	<i>Salix pentandra</i> L.	110
5.6	<i>Salix purpurea</i> L.	111
5.7	<i>Salix repens</i> L.	112
5.8	<i>Salix triandra</i> L.	116
5.9	<i>Salix viminalis</i> L.	117
6	Möglichkeiten der Generhaltung bei der Gattung <i>Salix</i> L.	118
6.1	Grundlagen	118
6.2	Konzeptionen und Schwerpunkte	118
7	Diskussion	120
7.1	Unterscheidungsmöglichkeiten mit Hilfe morphologisch- taxonomischer und phänologischer Merkmale	121
7.2	Vererbungsverhalten von Weidenbastarden	124
7.3	Phänologische Vergleiche zwischen reinen Arten bzw. Bastarden	127
7.4	Charakterisierungsmöglichkeiten mit Hilfe biochemischer und genetischer Untersuchungen	128
7.5	Vegetationsökologische Charakterisierung der Weiden	129
8	Zusammenfassung	130
9	Literatur	132

1 Einleitung

1.1 Einführung

In der Familie der Salicaceae (Weidengewächse) dominiert *Salix* L. als artenreichste Gattung mit ca. 300 bis 500 Arten, davon 70 in Europa (RECHINGER 1964, CHMELAR 1967, MEIKLE 1984, CHMELAR & MEUSEL 1986, NEWSHOLME 1992, HÖRANDL 1992). Die Variation in der angegebenen Artenzahl ist in der unterschiedlichen Definition des Artbegriffs verschiedener Autoren zu suchen. Weiden sind, außer in Australien, Neuseeland und in der Antarktis, über die gesamte Erde verbreitet. Der Großteil der Arten kommt jedoch in den gemäßigten Breiten der Holarktis vor (RECHINGER 1981, CHMELAR & MEUSEL 1986, HÖRANDL 1992, LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994).

Aus systematisch-taxonomischer Sicht gelten die Weidenarten bei Botanikern als sehr problematisch und schwer bestimmbar (LEMKE 1960, CHMELAR 1967 und 1980, NEUMANN 1981, MEIKLE 1992). Innerartliche Variabilität und eine häufig beschriebene Bastardierung kennzeichnen allgemein die Weidenarten (HÖRANDL 1992, RECHINGER 1992). Die Häufigkeit natürlich vorkommender Weidenbastarde wird dabei allerdings sehr überschätzt (CHMELAR & MEUSEL 1986). Vor allem in unvollkommener Kenntnis der reinen Arten ist eine regelrechte „Hybridomanie“ unter Botanikern zu beobachten. In diesem Zusammenhang findet die Variabilität der Arten zu wenig Beachtung (BUSER 1940).

Die Variationsvielfalt zeigt sich u. a. im Wuchsverhalten, in den absoluten Größenmerkmalen der Blätter, in der Triebfarbe und der Behaarung innerhalb einer Art. Als relativ konstantes morphologisches Merkmal gilt dagegen das Verhältnis von Blattlänge zu Blattbreite (NEUMANN 1981).

Den Bastardanteil in freier Natur wachsender Individuen schätzt NEUMANN (1955) auf weniger als 5 %. CHMELAR & MEUSEL (1986) geben für Gebiete ohne „Kultureinfluß“ Orientierungszahlen für Weidenbastarde von 1 : 10.000 bis 1 : 500 an.

Morphologische Unterschiede der Blüten und der daran angepaßten Insekten, die Blütensteufigkeit der Insekten, die unterschiedlichen Blühzeiten, die begrenzte Lebensfähigkeit des Pollens unter natürlichen Bedingungen, die geringe Neigung zur Windbestäubung, die räumliche Trennung der Arten und die Konkurrenz der reinen Arten innerhalb flächiger Bestände begrenzen sehr oft eine natürliche Bastardierung potentiell kompatibler Partner (ANDERSON 1949, BUSER 1940, CHMELAR & MEUSEL 1986, NEUMANN 1981, HÖRANDL 1992).

Obwohl das natürliche Auftreten fertiler Bastarde einen geringen Anteil hat, spielen diese Hybridformen eine bedeutende Rolle bei der Gliederung der Verwandtschaftsverhältnisse und im Vererbungsverhalten innerhalb der Gattung *Salix* L. (FLODERUS 1931, RECHINGER 1981, SKVORTSOV 1968, NEUMANN 1981).

Bei Bastarden ist die Fertilität der Samen häufig, jedoch nicht grundsätzlich, eingeschränkt (HÖRANDL 1992). Neben Primärbastarden (mit größtenteils intermediärer Vererbung zwischen den Eltern), können deshalb auch Mehrfachbastarde (in der Regel zwischen drei Arten) und hybridogene Formenschwärme (introgressive Populationen durch mehrmalige Rückkreuzungen mit den Elternarten) gebildet werden. Insbesondere bei hybridogenen Formenschwärmen ist die Unterscheidung von reinen Arten und Hybriden sehr problematisch (RECHINGER 1981, ENDTMANN 1993).

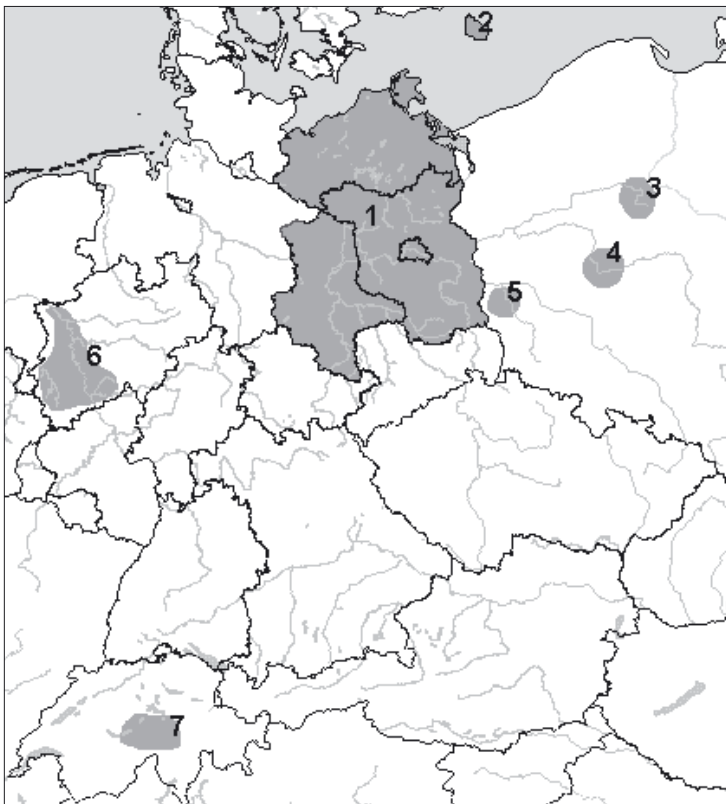
Die genetische Vielfalt der Gattung *Salix* L. zeigt sich auch in der Variabilität der Chromosomenzahlen. Die Grundzahl ist $n = 19$. Am häufigsten werden in der Literatur Zahlen von $2n = 2 \times = 38$ (diploid), aber auch $2n = 4 \times = 76$ (tetraploid) bzw. $2n = 6 \times = 114$ (hexaploid)

angegeben (NEUMANN & POLATSCHKE 1972, CHMELAŘ 1979, BÜCHLER 1985 und 1986). Für die Art *Salix caprea* L. werden diploide und darüber hinaus triploide, tetraploide, oktaploide und dekaploide Formen erwähnt (GEBHARDT 1992).

Die Schwierigkeiten bei der Charakterisierung der Weidenarten prägte BUSER (1940) treffend mit einem Satz: „Kein einziges Merkmal ist bei den Weiden so wenig variabel, daß ihm ein absoluter Wert zugestanden werden könnte. Immerhin bleiben von größerem Gewichte die Details der Blütenstruktur, doch bieten auch die vegetativen Organe eine Reihe der besten Merkmale dar, wie sie gewöhnlich benützt werden.“

1.2 Untersuchungsräume

Es sollten vorrangig Weidenarten des Tieflandes bearbeitet werden. Ein Schwerpunkt der Arbeiten wurde in den *Salix-repens*-Komplex gesetzt. Den zentralen Untersuchungsraum bildete daher das NO-deutsche Tiefland mit den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin und Sachsen-Anhalt, einschließlich des Harzes.



- 1 = NO-deutsches Tiefland
- 2 = Ostseeinsel Bornholm
- 3 = Seengebiet um Bydgoszcz
- 4 = Wartheniederung bei Srem

- 5 = östliche Niederlausitz
- 6 = Einzugsgebiet des Rheins in Nordrhein-Westfalen
- 7 = Reusstal und Rhonegletscher in den Schweizer Alpen

Abb. 1: Lage der Untersuchungsräume zur Erfassung ausgewählter Vertreter der Gattung *Salix* L.

Wegen ungenügender oder fehlender bzw. verschollener Vorkommen wurden zusätzliche Untersuchungsräume auf der Ostseeinsel Bornholm (Dänemark), in Westpolen (Seengebiet um Bydgoszcz, Wartheniederung bei Srem, östliche Niederlausitz), im Einzugsgebiet des Rheins (Nordrhein-Westfalen) und in den Schweizer Alpen (Reusstal, Gletschboden am Rhonegletscher) in die Erfassungen mit einbezogen (Abb.1).

1.3 Kenntnisstand / Literaturübersicht

Von ca. 1750 bis 1920 lag der größte Stellenwert bei der Charakterisierung der Gattung *Salix* L. in der morphologischen Merkmalsbeschreibung der Arten. Weiterhin war ein Schwerpunkt der Arbeiten die morphologische Beschreibung der Bastarde. Außerdem wurden Fundorte und Verbreitungsgebiete der Arten und Bastarde meist ausführlich beschrieben. Die erste wissenschaftliche Gliederung der Weiden nahm LINNÉ (1753) anhand von Blattmerkmalen, vorrangig nach Ausbildung des Blattrandes und der Blattbehaarung, vor.

DUMORTIER (1825) teilte die Weiden anhand männlicher Blütenmerkmale, insbesondere der Staubblätter und des Nektariums, ein. Er beschrieb die Sektionen *Vetrix* (zwei freie Staubblätter), *Vimen* (zwei nur am Grund verwachsene Staubblätter), *Helix* (scheinbar ein Staubblatt, Antheren vierteilig, Filamente auf der ganzen Länge verwachsen), *Amerina* (Nektarlappen stumpf) und *Chamaetia* (Nektarlappen spitz).

KOCH (1837 und 1840) versuchte, die bis dahin angewandten Unterscheidungskriterien erstmals in einem systematischen Bestimmungsschlüssel mit dichotomem Aufbau zu gliedern. Die Unterscheidung erfolgte nach vielfältigen Merkmalen, wie der Stellung der Blütenköpchen, der Tragblattfarbe, dem Zeitpunkt des Abfallens der Tragblätter, der Antherenfärbung nach der Blüte, der Fruchtknotenform, der Wuchsform und dem Blattrand.

HARTIG (1851) unterschied neben Drüsigkeit des Blattstiels in der Gliederung der Gattung *Salix* L. teilweise nach standörtlichen Merkmalen (u. a. Gebirgswaldweiden, Gebirgssandweiden).

KERNER (1860) schätzte Merkmalskomplexe ein, welche als artcharakteristisch gelten und demzufolge für die Gruppierung der Arten als sehr sinnvoll erscheinen. Hier gab er die Farbe, Form und Behaarung der Tragblätter, die Anzahl der Staubgefäße, die Grundfarbe und Verfärbung der Antheren während der Entwicklung, die Form der Griffel und Narben, sowie die Behaarung bzw. Kahlheit des Fruchtknotens an. Daneben werden von KERNER (1860) erstmals phänologische Aufzeichnungen vorgenommen.

WICHURA (1865) gliederte die Weiden mit zwei Nektarien in Baum- bzw. Zwergweiden. Die Weiden mit einem Nektarium wurden von ihm in Abteilungen bezüglich der Höhenstufe, in der die Arten vorkommen, aufgeteilt.

Als eine der ersten umfassenden Weidenmonographien, welche den Untersuchungsraum mit einschließt, ist „*Salices Europaeae*“ von WIMMER (1866) zu nennen. BUSER (1940) schätzt es als das „Fundamentalwerk“ zur Kenntnis der Weiden ein. Anhand umfassender Freilanduntersuchungen, vor allem in Schlesien und Norddeutschland, sowie der Auswertung von Herbarmaterial aus Berlin, Breslau, Wien, Prag, Frankfurt/M., Schlesien, Lappland und der Schweiz, gliederte WIMMER (1866) die ihm bekannten europäischen Weidenarten vorrangig nach morphologischen, insbesondere blütenmorphologischen Merkmalen in 11 Gruppen, ohne Benennung dieser Gruppen. Gleichzeitig gab er Beschreibungen und Fundorte zu 57 Weidenbastarden an.

Etwa zur gleichen Zeit wie WIMMER (1866) arbeitete auch ANDERSSON (1868) an der Systematik der Gattung *Salix* L. Erstmals wurde eine systematische Zusammenstellung der zu

diesem Zeitpunkt bekannten Weidenarten der Welt aufgestellt. Die Gliederung erfolgte vorrangig nach blütenmorphologischen, zweitrangig nach Verbreitung und habituellen Merkmalen. ANDERSSON ordnete die Hauptgruppen der Weidenarten nach Zahl der Staubblätter, mit einer weiteren Untergliederung nach den Griffellängen. Aufbauend auf dieser Gliederung veröffentlichte v. SEEMEN (1903 und 1908-1913) sein phylogenetisches System. Diesem System schließt sich SCHNEIDER (1904) an, unter Einfügung der Kultivare vorrangig nichteuropäischer *Salix*-Sippen.

CAMUS (1904 und 1905) mißt dem Merkmal der Striemung des geschälten Holzes in der systematischen Gliederung besondere Bedeutung bei. TOEPPFFER (1915) nutzte die bisherigen Erfahrungen dahingehend, daß er aufgrund der verschiedenen Merkmalskomplexe drei Bestimmungsschlüssel, nach weiblichen bzw. nach männlichen Kätzchen und nach vegetativen, im wesentlichen Blattmerkmalen, aufstellte.

Auf Grundlage der klassischen systematischen Gliederung der Gattung *Salix* L. nach morphologischen Merkmalen, erfolgten immer wieder aktuellere Nachbearbeitungen (TOEPPFFER 1925, FLODERUS 1931, RECHINGER 1964 und 1981). Die letzte umfassende Revision der euroasiatischen Weiden erfolgte durch SKVORTSOV (1968), eingeschätzt als wichtigste *Salix*-Bearbeitung in der „Alten Welt“ (RECHINGER 1992).

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist als aktuelle taxonomische Gliederung der Gattung *Salix* L. für Europa die Arbeit von RECHINGER (1992), basierend auf der Einteilung von FLODERUS (1931) und SKVORTSOV (1968), anzunehmen. Zur besseren Übersicht sind für das NO-deutsche Tiefland nicht relevante Arten vernachlässigt worden:

Gliederung der für das NO-deutsche Tiefland relevanten Arten der Gattung *Salix* L. (nach SKVORTSOV 1968 und RECHINGER 1992)

Untergattung *Salix*

Bäume oder Großsträucher; Kätzchen an Seitenknospen; Tragblätter einfarbig hell; Staubblätter 2 oder mehr, stets frei; männliche Blüten mit 2 Nektarien, weibliche Blüten mit 1 bis 2 Nektarien, 2 bis 5 Paar Blattstieldrüsen

Sect. Pentandrae (BORRER) SCHNEIDER, C. K.	<i>S. pentandra</i> L.
Sect. <i>Salix</i>	<i>S. alba</i> L.; <i>S. fragilis</i> L.
Sect. Amygdalinae KOCH	<i>S. triandra</i> L.

Untergattung *Chamaetia* (DUM.) NASAROV

kriechende oder niederliegende Sträucher; Kätzchen an End- oder Seitenknospen; Tragblätter meist einfarbig, selten zweifarbig; Staubblätter 2, stets frei; Blüten mit 1 bis 2 Nektarien; Blattstieldrüsen fehlend

Sect. Myrtilloides L.	<i>S. myrtilloides</i> L.
-----------------------	---------------------------

Untergattung *Vetrix* DUM.

Sträucher oder kleine Bäume; Kätzchen an Seitenknospen; Tragblätter meist auffällig zweifarbig, selten einfarbig; Staubblätter 2, frei od. am Grund verwachsen; Blüten mit 1 Nektarium; Blattstieldrüsen fehlend

Sect. <i>Vetrix</i> DUM.	<i>S. caprea</i> L.; <i>S. cinerea</i> L.; <i>S. aurita</i> L.; <i>S. starkeana</i> WILLD.
Sect. <i>Vimen</i> DUM.	<i>S. viminalis</i> L.
Sect. Incubaceae KERN.	<i>S. repens</i> L. s. l.
Sect. <i>Helix</i> DUM.	<i>S. purpurea</i> L.

Sect. <i>Daphnella</i> SER. ex DUBY	<i>S. daphnoides</i> VILL.
Sect. <i>Nigricantes</i> KERN.	<i>S. myrsinifolia</i> SALISB.
Sect. <i>Hastatae</i> KERN.	<i>S. hastata</i> L.
Sect. <i>Arbuscella</i> SER. ex DUBY	<i>S. bicolor</i> WILLD.

Neben der klassischen morphologisch-taxonomischen Betrachtungsweise der Gattung *Salix* L. treten ab ca. 1920 Untersuchungen zur Physiologie, zur biochemischen Veranlagung der Arten und genetische Gesichtspunkte immer mehr in den Vordergrund einer umfassenden Charakterisierung.

TOEPFFER (1925) rückte den Aspekt physiologischer Untersuchungen zur Artcharakterisierung erstmals in den Vordergrund. Er weist auf Unterschiede bei Keimung, Wurzelbildung und Zellstrukturen (Holz, Blätter, insbesondere Stomata) zwischen mitteleuropäischen Tieflands- und Gebirgsweidenarten hin. Im Vergleich mit anderen Unterarten von *Salix purpurea* L. (Spaltöffnungen oberseits fehlend), wurden bei ssp. *lambertiana* auf der Blattoberseite zahlreiche Spaltöffnungen beobachtet.

Untersuchungen zum anatomischen Aufbau der Weidenblätter von 61 Arten führten SKVORTSOV & GOLYSCHewa (1966) durch und fanden deutliche Unterschiede zwischen den Arten. Als wichtigstes taxonomisches und phylogenetisches Unterscheidungsmerkmal in den Blättern wurde die Variabilität im Aufbau der Hypodermis herausgestellt. Blattanatomisch zeigt die Untergattung *Salix* gegenüber der Untergattung *Vetrix* DUM. einen deutlich primitiveren Aufbau.

BÖRTITZ (1963) führte chemotaxonomische Untersuchungen zur Unterscheidung von Weidenarten und -klonen durch. Es wurden Blattpreßsäfte bzw. Rindenextrakte der Weiden papierchromatographisch getrennt. Die Arten bzw. Klone besitzen unterschiedliche Muster der fluoreszierenden Substanzen, insbesondere der Flavonide in den jungen Blättern. Durch ein gleiches Fluoreszenzmuster zweier untersuchter Pflanzen der Art *Salix daphnoides* VILL. konnte die Zugehörigkeit zu einem Klon bestätigt werden.

Eine weitere, auf nichtmorphologischen Methoden beruhende Arbeit ist ein phytochemischer Atlas von in der Schweiz vorkommenden Weidenarten, begründet auf der Artunterscheidung nach dem prozentualen Anteil an Inhaltsstoffen in Rinden und Blättern mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC; SHAO 1991). Auf Grundlage von Clusteranalysen, getrennt nach dem Gehalt an Inhaltsstoffen in Rinden bzw. Blättern, konnten teilweise Korrelationen zur botanischen Einteilung der Weiden beobachtet werden.

BLACKBURN & HARRISON (1924) veröffentlichten erstmals Chromosomenzahlen für die Gattung *Salix* L., dabei stellten sie die Grundzahl von $n = 19$ fest. Innerhalb einer Art (u. a. *Salix aurita*, *Salix caprea*) können unterschiedliche Ploidiestufen auftreten (WEBER 1974). Das Auftreten von Hybridkombinationen zwischen Arten verschiedener Ploidiestufen ist weit aus geringer als zwischen Arten gleicher Ploidiestufe (HÖRANDL 1992). Gleichzeitig gibt es geringere Kreuzungsbarrieren zwischen Vertretern einer Untergattung (WILKINSON 1944, NEUMANN & POLATSCHek 1972, BÜCHLER 1985, 1986, HÖRANDL 1992). BÜCHLER (1985, 1986) untersuchte über 30 Weidenarten aus zytologischer Sicht. Dabei stellte er mit Hilfe des Ploidiegrades verwandtschaftliche Beziehungen nahe verwandter Arten bzw. von Bastardverbindungen dar.

SOHMA (1993) führte Untersuchungen zur Pollendiversität an 72 Arten bzw. Bastarden der Gattung *Salix* L. durch. Er erarbeitete Möglichkeiten zur morphologischen Unterscheidung nach Größe, Form und Ausbildung der Zellstrukturen des Pollens mit Hilfe von Rasterelektronen-Mikroskopie (REM)-Aufnahmen.

Biochemische und genetische Marker zur Identifizierung von Klonen und Arten in der Familie der Salicaceae werden seit etwa 10 Jahren in Form von Isoenzymanalysen, zufällig vervielfältigter polymorpher Desoxyribonukleinsäure (RAPDs) und Amplifikations-Fragmentlängenpolymorphismen (AFLPs) angewandt (RAJORA & ZSUFFA 1989 und 1991, BRUNSFELD et al. 1991, LIN et al. 1994, CHONG et al. 1995, TRIEST et al. 1997, BEISMANN et al. 1997).

Isoenzymuntersuchungen erfolgten bislang fast nur an nordamerikanischen Strauchweidenarten (BRUNSFELD et al. 1991, ARAVANPOULOS et al. 1993 und 1994, CHONG et al. 1995, PURDY & BAYER 1995).

An sieben diploiden Weidenarten der Sektion Longifoliae führten BRUNSFELD et al. (1991) Isoenzymanalysen durch. Dabei wurden insgesamt 48 repräsentative Artpopulationen aus dem gesamten Verbreitungsraum der Sektion Longifoliae ausgewählt. Insgesamt 13 polymorphe Genorte konnten für die Auswertungen herangezogen werden. Die sieben Arten zeichnen sich durch eine hohe genetische Diversität aus. Die hohe genetische Diversität einer Art korreliert eng mit dem Umfang des geographischen Verbreitungsgebietes. Insbesondere territorial stark isolierte Vorkommen einer Art zeigen eine hohe genetische Variation gegenüber einer geringeren bei sich räumlich nahe stehenden Populationen.

Die taxonomische Stellung von *Salix exigua* im Vergleich zu fünf anderen nordamerikanischen Weidenarten wurde von CHONG et al. (1995) untersucht. Dabei konnten von 10 Isoenzymsystemen insgesamt 26 Genorte ausgewertet werden. Mit Hilfe der Clusteranalyse wurde die isolierte taxonomische Stellung von *Salix exigua* gegenüber den anderen Arten herausgestellt.

In Kanada untersuchten PURDY & BAYER (1995) die Variation zwischen der in den Athabasca-Dünen endemischen *Salix silicicola* (8 Standorte) und der nahe verwandten weitverbreiteten Art *Salix alaxensis* (5 Standorte). Mit Hilfe der Stärkegelelektrophorese konnten 10 polymorphe Genorte ausgewertet werden. Während bei *Salix silicicola* ein Allel nur bei dieser Art vorkam, hatte *Salix alaxensis* insgesamt 17 Allele, welche nicht bei *Salix silicicola* gefunden wurden. Beide Arten hatten eine hohe genetische Diversität. Die genetische Variation zwischen den Populationen einer Art war bei beiden Arten sehr gering.

Die Variation und Vererbung von Isoenzymgenorten bei kontrollierten Kreuzungen der Baumweiden *Salix alba* und *Salix fragilis* in Belgien untersuchten TRIEST et al. (1998). Zur Auswertung kamen 15 polymorphe Genorte. Unterschiede zwischen *Salix alba* und *Salix fragilis* konnten nicht über Markerbanden im Artniveau nachgewiesen werden. Jedoch existieren Unterschiede in den Allelfrequenzen zwischen beiden Arten. Im Vergleich zeigen die polyploiden *Salix alba* und *Salix fragilis* eine geringere genetische Diversität als diploide Weidenarten.

Mit der Anwendung genetischer Markertechniken zur Unterscheidung von Arten und Klonen ist eine weitere taxonomische Charakterisierungsmöglichkeit gegeben.

LIN et al. (1994) führten RAPD-Fingerprints an 15 Weiden- und 15 Pappelklonen durch. Sie stellen die Eignung der Methode zur Klon- und Artdifferenzierung heraus. Im Bandenmuster zeigen sich Markerbanden, u. a. zur Differenzierung von *Salix purpurea* und *Salix dasyclados*.

Untersuchungen in Belgien zur Hybridisierung von *Salix alba* und *Salix fragilis* führten TRIEST et al. (1997) mit Hilfe von RAPD-Markern durch. Auf der Basis genetischer Distanzen und Clusteranalysen gelang es, die reinen Arten und Hybriden zu identifizieren. Diese Methode deutet darauf hin, daß in diesem Beispiel Hybridisation kein dominierender Prozeß ist, sondern beide Arten weiterhin ihren separaten Genpool erhalten können. Zu den gleichen Arten führten BEISMANN et al. (1997) AFLP-Analysen an Individuen aus Südwestdeutschland durch. Exemplare der Hybride *Salix* × *rubens*, die mit Hilfe morphologischer Parameter schwer von reiner *Salix fragilis* zu trennen waren, konnten mit Hilfe der AFLP identifiziert werden.

Taxonomische Probleme treten immer wieder bei sich eng beziehenden Arten, Unterarten oder Varietäten auf, vor allem wenn diese mehr oder weniger separate Verbreitungsschwerpunkte haben (RECHINGER 1992). Die Wertungen der Unterarten und Varietäten erfolgen häufig nach Belieben, oftmals besteht noch nicht einmal die Sicherheit, welches die von LINNÉ ursprünglich beschriebenen Arten sind (CHMELÁŘ 1967).

Große Differenzen in der taxonomischen Einordnung stellt der *Salix-repens*-Komplex dar. FLODERUS (1931) und LID (1987) gehen von drei Arten (*S. repens* L., *S. rosmarinifolia* L. und *S. arenaria* L.) aus. MANG (1962) fügt diesen drei genannten Arten noch *S. leiocarpa* MANG hinzu. SKVORTSOV (1968) und RECHINGER (1992) akzeptieren nur zwei Arten (*S. repens* L. und *S. rosmarinifolia* L.), während NEUMANN (1955) von fünf Unterarten ausgeht (ssp. *arenaria* L., ssp. *repens* (L.) s. str., ssp. *galeifolia* NEUMANN, ssp. *angustifolia* WULF., ssp. *rosmarinifolia* L.).

Bei der Verbreitung von *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS = ssp. *arenaria* L. geht MANG (1962) von einer strengen Bindung an Küstennähe oder küstennahe Urstromtäler aus und bezweifelt Vorkommen im Binnenland. Er nimmt an, daß es sich bei den Binnenvorkommen um modifikative Anpassungen an arme und trockene Standorte von *Salix repens* L. und *Salix rosmarinifolia* L. handelt. Auch BUSER (1883) bezeichnet die Vorkommen außerhalb der Küsten als Standortformen des trockenen Sandbodens. Dagegen geht NEUMANN (1955) von der südlichen Verbreitungsgrenze Niederhessen-Hannover-Lausitz für *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS = ssp. *arenaria* L. aus. Andere Autoren schließen sich ebenfalls der Verbreitung bis ins Binnenland an, so u. a. das Vorkommen im Rheinland aufwärts bis in die Gegend von Bonn (HESS et al. 1976).

In anderen Artkomplexen spielen für die Abgrenzung von Unterarten und Varietäten die Verbreitungs- und Wanderwege (*Salix pentandra* L., *Salix phylicifolia* L., *Salix myrsinifolia* SALISB.) eine wichtige Rolle (BUSER 1940, MANG 1962, MEIKLE 1992, RECHINGER 1992). Die oft uneinheitliche Auffassung des eigentlichen Artbegriffes betrifft meist solche *Salix*-Sippen, die ein sehr großes, oft euroasiatisches oder zirkumpolares Verbreitungsgebiet haben und in den verschiedenen Regionen als selbständige Arten beschrieben werden (CHMELÁŘ 1967).

Sehr großes Interesse galt, vor allem in älteren Florenwerken, der Beschreibung von Formen, Varietäten und Bastarden innerhalb der Gattung *Salix* L. Einen Überblick zu im NO-deutschen Tiefland vorkommenden Bastarden, einschließlich einer morphologischen Beschreibung, geben v. SEEMEN (1908-1913) und GÖRZ (1922). Sie weisen immer wieder auf die großen Schwierigkeiten bei der sicheren Identifizierung vieler Bastarde hin. Vor den beiden o. g. Autoren führten auch schon WIMMER (1866) und HALLIER (1882) eine Revision der Bastarde, unter Einbeziehung des Nordostdeutschen Tieflandes, durch. In der jüngeren Literatur versuchte RECHINGER (1981) die Möglichkeit einer natürlichen Verbreitung dieser Bastardverbindungen, insbesondere anhand der Angaben von den o. g. Autoren, zu bewerten. In Auswertung dieser Florenwerke wurde versucht, eine Übersicht zu erstellen, in der nur für das NO-deutsche Tiefland angegebene Bastarde aufgeführt sind, obwohl sich einige Angaben sicherlich auf das ehemalige Westpreußen beziehen (Tab. 1).

Anteilmäßig spielen die Bastarde (unter 5 %) gegenüber den reinen Weidenarten eine untergeordnete Rolle (NEUMANN 1955). Jedoch wird der Bastardbildung bei den Weiden eine größere Bedeutung beigemessen als bei allen anderen einheimischen Gehölzgruppen (QUINGER 1993).

Vor allem bei der Gliederung von Verwandtschaftsverhältnissen innerhalb der Gattung kommt dem Auftreten vitaler und fertiler Bastarde eine große Bedeutung zu (TOEPFFER 1915, 1925, NEUMANN 1981). Bei umstrittenen Bastarden läßt sich die Abstammung durch eine künstli-

Tab. 1: Bastardverbindungen (nur Strauchweidenarten) und deren Häufigkeit und Deutung im NO-deutschen Tiefland. Autoren: 1 = WIMMER (1866); 2 = HALLIER (1882); 3 = v. SEEMAN (1908-1913); 4 = GÖRZ (1922); 5 = RECHINGER (1981)

Bastardverbindung	Häufigkeit / Deutung	Autor (en)
<i>S. aurita</i> × <i>caprea</i>	zerstreut vorkommend, Erkennung sehr schwierig	1, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>cinerea</i>	verbreitet, sehr formenreich	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>myrtilloides</i>	an Fundorten von <i>S. myrtilloides</i> nicht selten	1, 3, 5
<i>S. aurita</i> × <i>myrsinifolia</i>	sehr selten, leicht zu verwechseln	1, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>purpurea</i>	sehr selten	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>repens</i>	häufig, als Primärbastard gut erkennbar	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>starkeana</i>	sehr selten, auch kultiviert	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. aurita</i> × <i>triandra</i>	Deutung sehr zweifelhaft	1, 3, 5
<i>S. aurita</i> × <i>viminalis</i>	selten, durch Rückkreuzung Erkennung schwierig	1, 3, 4, 5
<i>S. bicolor</i> × <i>caprea</i>	selten, u.a. Harz, meist kultiviert	1, 2, 3, 5
<i>S. bicolor</i> × <i>myrsinifolia</i>	selten, in der Regel nur gepflanzt	1, 3
<i>S. bicolor</i> × <i>repens</i>	nur kultiviert, Deutung zweifelhaft	3, 5
<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>	verbreitet, oft mit reiner <i>S. caprea</i> verwechselt	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. caprea</i> × <i>daphnoides</i>	selten, fraglich ob im Tiefland vorkommend	3, 5
<i>S. caprea</i> × <i>myrsinifolia</i>	selten, Abgrenzung zu reiner <i>S. myrsinifolia</i> schwierig	1, 3, 4, 5
<i>S. caprea</i> × <i>purpurea</i>	sehr selten	1, 3, 4, 5
<i>S. caprea</i> × <i>repens</i>	selten	1, 2, 3, 5
<i>S. caprea</i> × <i>starkeana</i>	sehr selten	1, 3
<i>S. caprea</i> × <i>viminalis</i>	spontan selten, meist kultiviert	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>daphnoides</i>	Deutung sehr zweifelhaft	3, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>myrsinifolia</i>	häufig, sehr formenreich	1, 3, 4, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>purpurea</i>	sehr selten	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>repens</i>	zerstreut vorkommend, Erkennung schwierig	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>starkeana</i>	sehr selten	2, 3, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>triandra</i>	Deutung sehr zweifelhaft	1, 3, 5
<i>S. cinerea</i> × <i>viminalis</i>	verbreitet	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. daphnoides</i> × <i>purpurea</i>	selten, meist kultiviert	3, 4, 5
<i>S. daphnoides</i> × <i>myrsinifolia</i>	fraglich, ob im NO-deutschen Tiefland vorkommend	3
<i>S. daphnoides</i> × <i>repens</i>	sehr selten	1, 2, 3, 5
<i>S. myrtilloides</i> × <i>repens</i>	selten	1, 3, 5
<i>S. myrtilloides</i> × <i>starkeana</i>	fraglich, ob im NO-deutschen Tiefland vorkommend	1, 3
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>purpurea</i>	selten, Deutung zweifelhaft	3, 5
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>repens</i>	sehr selten	1, 3, 4, 5
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>starkeana</i>	selten, Deutung zweifelhaft	1, 2, 3, 5
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>viminalis</i>	fraglich, ob im NO-deutschen Tiefland vorkommend	3
<i>S. purpurea</i> × <i>repens</i>	verbreitet, durch Rückkreuzung Erkennung schwierig	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. purpurea</i> × <i>starkeana</i>	sehr selten, Deutung zweifelhaft	1, 2, 3
<i>S. purpurea</i> × <i>viminalis</i>	häufig, sehr formenreich	1, 2, 3, 4, 5
<i>S. repens</i> × <i>starkeana</i>	sehr selten	1, 2, 3, 5
<i>S. repens</i> × <i>viminalis</i>	selten, schwer erkennbar	1, 3, 4, 5
<i>S. triandra</i> × <i>viminalis</i>	verbreitet	1, 2, 3, 4, 5

che Kreuzung mit den vermutlichen Eltern und einer anschließenden Merkmalsanalyse der F_1 oder auch F_2 prüfen (CHMELAR 1967).

WICHURA (1865) erbrachte den Nachweis, daß Weidenbastarde größtenteils nicht unfruchtbar sind, sondern untereinander bzw. mit anderen Arten Beziehungen eingehen können. WICHURA führte an schlesischen Weiden 116 Kreuzungen durch, von denen 35 Versuche gelangen. Neben vermeintlich reinen Elternarten ließ WICHURA auch in der Natur gefundene spontane Bastardverbindungen als Eltern in die Kreuzungsexperimente einfließen. NILSSON (1918 und 1954) erzeugte neben ca. 20 primären Bastardverbindungen zwischen reinen Ar-

ten, Rückkreuzungen zwischen Bastarden und Eltern, und zusätzlich hochkomplexe Bastarde aus mindestens 4 Arten.

1.4 Ziele der Arbeit

Gerade in der neueren Literatur wird von verschiedenen Autoren immer wieder die komplexe Herangehensweise bei der Lösung taxonomischer Fragestellungen innerhalb der Gattung *Salix* L. hervorgehoben (CHMELAR 1967, NEUMANN 1981, MEIKLE 1992, RECHINGER 1992). So werden neben der Erfassung von blatt- und blütenmorphologischen Merkmalen der parallelen Erfassung phänologischer Daten besonderes Gewicht gegeben. Genetische Aspekte, wie z. B. die künstliche Kreuzung bei umstrittenen Bastarden und entsprechende Merkmalsanalyse in der F_1 -Generation bzw. auch Marker zur biochemischen Veranlagung der einzelnen Arten, spielen eine wichtige Rolle bei der Artidentifizierung (CHMELAR 1967). Differenzierte vegetationsökologische Eigenschaften gewinnen in der Artcharakterisierung an Bedeutung (NEUMANN 1981).

Die zentrale Aufgabe der vorliegenden Arbeit liegt in einer umfassenden Identifizierung der im NO-deutschen Tiefland vorkommenden Strauchweidenarten und ihrer Bastarde.

Aus den Problemen bei der Charakterisierung der Gattung *Salix* L. ergeben sich folgende Fragen, denen Untersuchungen in verschiedenen Teildisziplinen zugrunde liegen:

Morphologisch-taxonomische und phänologische Untersuchungen

- Wie sicher lassen sich Arten und Bastarde mit Hilfe der klassischen dendrotaxonomischen Bearbeitungsweise, vorrangig anhand von blatt- und blütenmorphologischen Parametern, unterscheiden?
- Welche Merkmalsausprägung und welches Vererbungsverhalten zeigen gelenkte Kreuzungen zwischen im Untersuchungsgebiet vorkommenden Strauchweiden?
- Ergeben sich durch unterschiedliche phänologische Entwicklungszeiten Einschränkungen in der natürlichen Kreuzbarkeit der Arten? Welches phänologische Vererbungsverhalten zeigen Weidenbastarde?

Biochemische und genetische Untersuchungen

- Ist mit Hilfe von Isoenzymanalysen bzw. Polymerasekettenreaktion (PCR) eine genauere, gegebenenfalls auch andere Charakterisierung der Arten bzw. unklarer Kreuzungsprodukte möglich als mit rein morphologischen Parametern?

Vegetationökologische Untersuchungen

- Welche *Salix*-Arten sind regelmäßig miteinander vergesellschaftet und welche Bastardverbindungen sind hier zu finden?
- Wie ist der Einfluß der Verzahnung und Vergesellschaftung mit anderen Gehölzgattungen einzuschätzen?
- Weisen einzelne *Salix*-Arten auch pflanzensoziologisch und ökologisch unterschiedliches Verhalten in ihren verschiedenen Verbreitungsschwerpunkten Gebirge und Tiefland auf?
- Welche Begleitcharakterarten treten mit sehr hoher Frequenz mit den jeweiligen Weidenarten auf?

Praktische Verwendungsmöglichkeiten und Notwendigkeiten für die Generhaltung

- Welche praktischen Verwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus den Untersuchungen und Sammlungen von Weidenwildmaterial?
- Welche Notwendigkeiten ergeben sich für die Generhaltung gefährdeter Arten der Gattung *Salix* L.?

2 Material und Methoden

2.1 Material

2.1.1 Lage und Auswahl der Untersuchungsgebiete

Die Auswahl der Untersuchungsgebiete erfolgte in weitestgehend naturnahen Feuchtgebieten verschiedener Vegetationstypen unterschiedlicher ökologischer Standorte, in denen die betreffenden Weidenarten als natürliche Vorkommen eingestuft werden konnten (Tab. 2 und Abb. 2). Die Weidenarten sollten dabei an repräsentativen Wuchsorten ihren nahezu optimalen natürlichen Standort einnehmen. Ausgenommen davon waren Sondervorkommen zusätzlich ausgewählter Sekundärstandorte.

Tab. 2: Untersuchungsgebiete der Weidenarten im NO-deutschen Tiefland

Nr.	Gebiet bzw. Örtlichkeit	Bundesland
1	Darßer Ort, Halbinsel Darß	Mecklenburg-Vorpommern
2	Schmale Heide, Insel Rügen	Mecklenburg-Vorpommern
3	Küste bei Karlshagen, Insel Usedom	Mecklenburg-Vorpommern
4	Elbtal bei Dömitz	Mecklenburg-Vorpommern
5	Feldberger Seengebiet	Mecklenburg-Vorpommern
6	Seengebiet zwischen Templin und Prenzlau	Brandenburg
7	Odertal bei Schwedt	Brandenburg
8	Ringewalder Seengebiet	Brandenburg
9	Grimnitzsee bei Joachimsthal	Brandenburg
10	Weißer See bei Brodowin	Brandenburg
11	Stadtseerinne bei Eberswalde	Brandenburg
12	Blumenthaler Wald- und Seengebiet	Brandenburg
13	Biesenthaler Becken bei Bernau	Brandenburg
14	Tegeler Fließgebiet im Nordosten Berlins	Berlin
15	Grube in Berlin-Neukölln (Sekundärstandort)	Berlin
16	Müggelseegebiet, Berlin-Köpenick	Berlin
17	Spreeniederung südöstlich von Berlin	Brandenburg
18	Naturpark „Märkische Schweiz“	Brandenburg
19	Havelniederung bei Ketzin	Brandenburg
20	Gebiet Schollene, westlich von Rathenow	Brandenburg
21	Elbniederung bei Genthin	Sachsen-Anhalt
22	Feuchtheideflächen bei Ziesar	Brandenburg
23	Biosphärenreservat „Spreewald“	Brandenburg
24	Spreeniederung bei Beeskov	Brandenburg
25	Lausitz bei Ruhland	Brandenburg
26	Steckby-Löderitzer-Heide	Sachsen-Anhalt
27	Biosphärenreservat „Mittlere Elbe“	Sachsen-Anhalt
28	Ostharz bei Quedlinburg	Sachsen-Anhalt
29	Bodegebiet im Oberharz	Sachsen-Anhalt
30	Hochharz, Brocken	Sachsen-Anhalt
31	Südharz bei Stempeda	Sachsen-Anhalt

Bei der Auswahl spielten Literaturhinweise zu Vorkommen, Standorten und Verbreitung der Weidenarten eine wichtige Rolle (HALLIER 1882, v. SEEMEN 1908-1913, GÖRZ 1922, NEUMANN 1955, MEUSEL et al. 1965, RECHINGER 1981, CHMELAŘ & MEUSEL 1986, SKVORTSOV 1990, ENDTMANN 1993, BENKERT et al. 1996).

Die Einbeziehung von zusätzlichen Untersuchungsgebieten außerhalb des NO-deutschen Tieflandes zeigte sich als erforderlich, weil u. a. *S. repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS im Gegensatz zu Reliktvorkommen an der deutschen Ostseeküste, auf der Ostseeinsel Bornholm in größeren Popu-

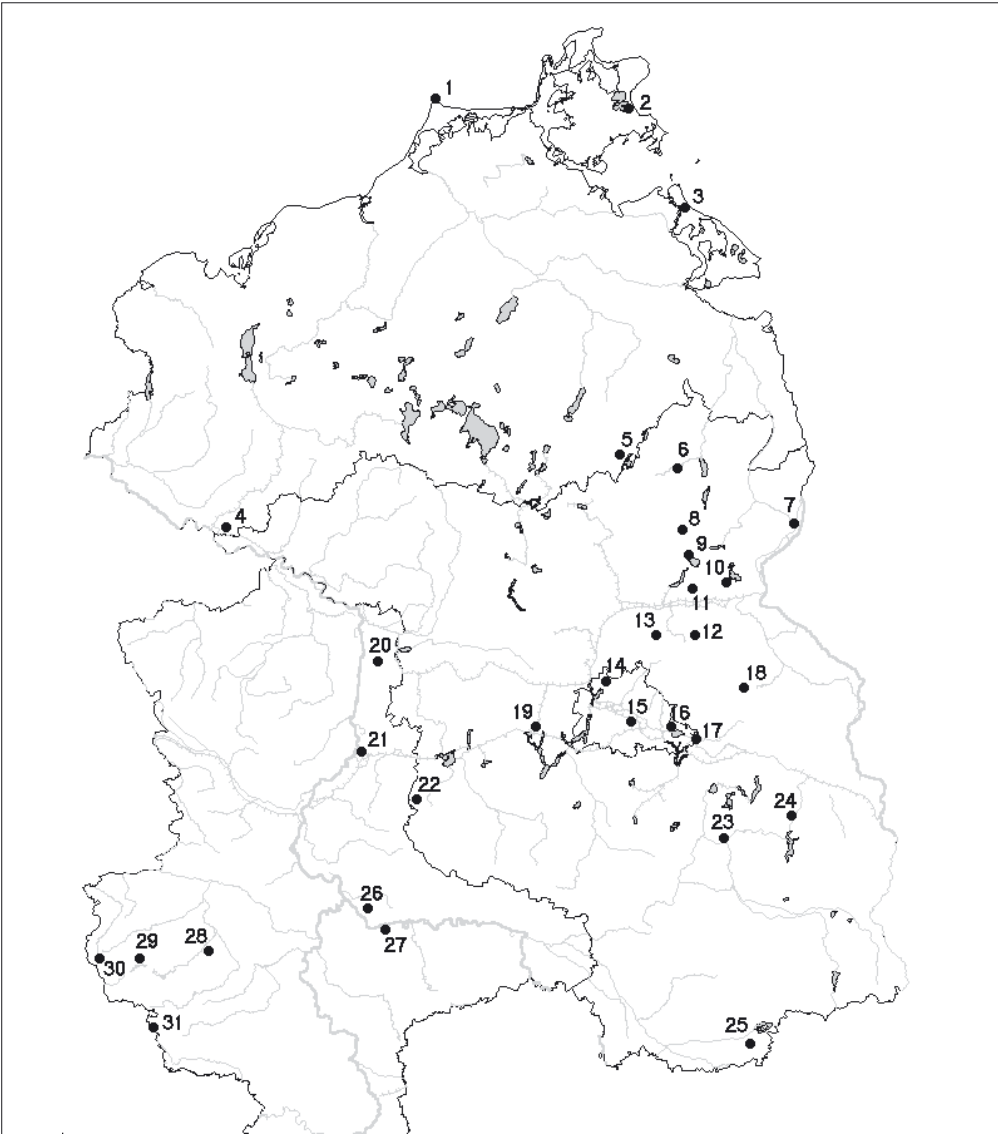


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete der Weidenarten im NO-deutschen Tiefland.

lationen vorkommt (ENDTMANN pers. Mitt. 1994). *Salix repens* L. ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK. ist in angrenzenden polnischen Tieflagen deutlich häufiger verbreitet als im NO-deutschen Tiefland (BROWICZ & ZIELINSKI 1977). Für die polnischen Untersuchungsgebiete (Nr. 34 bis 36) lagen zudem detaillierte aktuelle bzw. historische Fundorte der im NO-deutschen Tiefland verschollenen bzw. fehlenden Arten *S. myrtilloides* L. und *S. starkeana* WILLD. vor (BROWICZ & GOSTYNSKA-JAKUSZEWSKA 1970). Für die im NO-deutschen Tiefland teilweise nur lückig verbreiteten Arten *S. myrsinifolia* SALISB., *S. daphnoides* VILL., *S. pentandra* L. und *S. purpurea* L. war ein Vergleich mit Gebirgspopulationen dieser Arten erforderlich (Tab. 3 und Abb. 3).

Tab. 3: Untersuchungsgebiete der Weidenarten außerhalb des NO-deutschen Tieflandes

Nr.	Gebiet bzw. Örtlichkeit	Land, Region
32	Plateau Hameren, Nordspitze Bornholms	Dänemark, Bornholm
33	Dünen bei Dueodde im Süden Bornholms	Dänemark, Bornholm
34	Seengebiet südlich von Bydgoszcz (Bromberg)	Polen, Kreis Barcin (Bartschin)
35	Wartheniederung bei Srem (Schrimm)	Polen, Kreis Srem (Schrimm)
36	Niederlausitz bei Lubsko (Sommerfeld)	Polen, Kreis Lubsko (Sommerfeld)
37	Rheinaue bei Kleve	Deutschland, Nordrhein-Westfalen
38	Wahner Heide bei Lohmar	Deutschland, Nordrhein-Westfalen
39	Agger- und Siegaue	Deutschland, Nordrhein-Westfalen
40	Reusstal westlich von Andermatt	Schweiz, Kanton Uri
41	Alluvion des Rhonegletschers bei Gletsch	Schweiz, Kanton Wallis

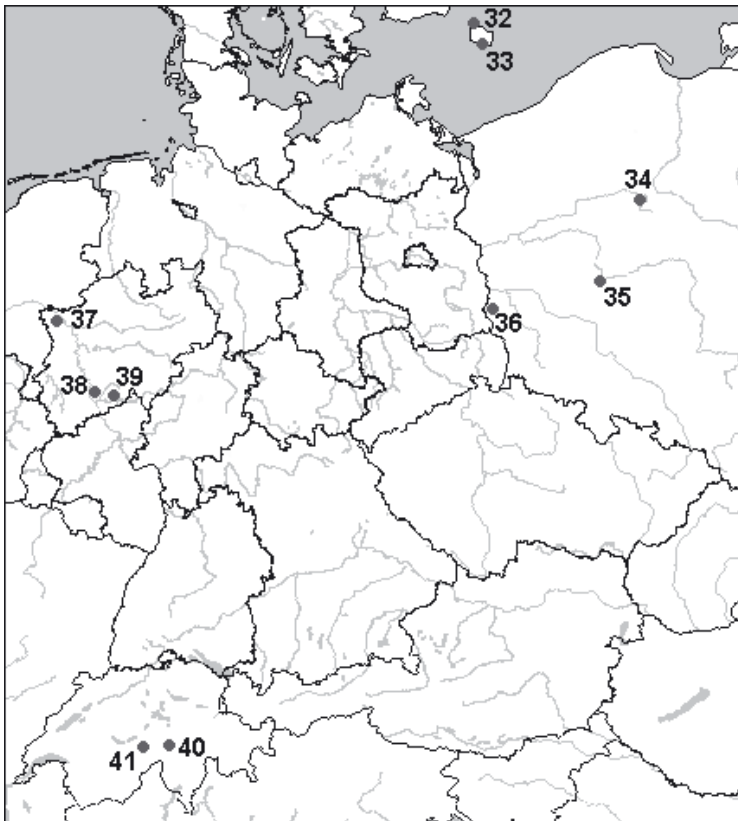


Abb. 3: Lage der Erfassungsgebiete außerhalb des NO-deutschen Tieflandes.

2.1.2 Auswahl und Erfassung der *Salix*-Wildherkünfte für morphologisch-taxonomische bzw. phänologische Untersuchungen

Auf den Untersuchungsflächen wurden von den vorkommenden *Salix*-Arten Stecklings- und Herbarmaterial entnommen. Insgesamt wurden von ca. 1500 Individuen Herbarbelege auf ca. 120 verschiedenen Einzelflächen gesammelt. Dabei handelt es sich vorrangig um jeweils 2-3

beblätterte Zweige je Individuum. Wegen der relativ kurzen Blütezeit konnten jedoch verhältnismäßig wenige Blütenzweige herbarisiert werden. Die Anzahl der besammelten Exemplare je Fläche war variabel (1–20 Individuen). Sie richtete sich nach der Zahl der vorkommenden *Salix*-Sippen, der morphologischen Variabilität innerhalb einer Sippe und, falls blühende Weiden vorhanden, der Auswahl von jeweils weiblichen und männlichen Exemplaren.

Neben der Sammlung von Herbarmaterial lag ein weiterer Schwerpunkt in der Entnahme von Lebendmaterial aus dem Kreis der für die Herbarisierung ausgewählten Einzelindividuen. Die Anzahl entnommener Stecklinge je Fläche richtete sich nach den gleichen Grundsätzen wie beim Herbarmaterial, jedoch beschränkte sie sich auf etwa die Hälfte der ausgewählten Individuen. Diese Gehölze wurden am Standort mit einer Identifikationsnummer markiert.

Von in den Untersuchungsgebieten seltenen oder verschollenen Arten (u. a. *S. myrtilloides* L., *S. starkeana* WILLD., *S. hastata* L., *S. bicolor* WILLD.) wurden Wildherkünfte aus den Sammlungen des Arktisch-Alpinen-Garten in Chemnitz (Walter-MEUSEL-Stiftung) und des Salicetums OBERLI in Wattwil (Schweiz) als Vergleichsmaterial hinzugezogen.

Insgesamt erfolgte die Auswahl von 685 *Salix*-Einzelindividuen mit den zugehörigen Standortdokumentationen, von denen nach der Vermehrung von 517 Klonen Pflanzenmaterial zur Verfügung stand.

Mit den zum jeweiligen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden morphologischen Bestimmungsmerkmalen wurden insgesamt 18 verschiedene Arten und 26 verschiedene Bastardverbindungen zur Vermehrung ausgewählt. Bis auf drei dieser Bastardkombinationen war nach der Vermehrung von allen übrigen Sippen von mindestens einem Klon Lebendmaterial vorhanden (Tab. 4).

2.1.3 Auswahl der Kreuzungspartner

Die Kreuzungen wurden jeweils im zeitigen Frühjahr der Jahre 1995 und 1996 in Gewächshäusern des Forstbotanischen Gartens Eberswalde durchgeführt.

Jeweils im Herbst 1994 und 1995 erfolgte eine Bonitur der Stecklinge des in dem Jahr gesammelten Wildmaterials auf das Vorhandensein möglicher Blütenknospen. Im Ergebnis der Bonitur zeigten Klone einiger Arten (u. a. *S. daphnoides*, *S. myrsinifolia*, *S. purpurea*, *S. triandra* und *S. viminalis*) nur wenige Blütenknospen. Demzufolge wurde außerdem das bisherige Eberswalder Weidensortiment (SCHRÖTER 1985) auf mögliche Kreuzungspartner hin untersucht. Ein Großteil der für Imkerei, Korbflechterei und landeskulturelle Zwecke gesammelten Klone stammt aus dem Untersuchungsraum NO-deutsches Tiefland (ENDTMANN & SCHRÖTER 1993). Da bei diesem Material meist detaillierte Ursprungsangaben fehlen, ist unter Herkunft hier grundsätzlich Eberswalder Weidensortiment (EWS) vermerkt (Tab. 5).

Die Auswahl der Kreuzungspartner richtete sich nach den für das Untersuchungsgebiet angegebenen Bastardverbindungen (siehe Tab. 1) und dem zur Verfügung stehenden Pflanzenmaterial mit vorhandenen Blütenknospen. Die ausgewählten blühfähigen Stecklinge wurden in Mitscherlichgefäße getopft. Die männlichen Klone wurden jeweils Anfang Februar in ein Gewächshaus, etwa einen Monat später die weiblichen Klone in ein anderes Gewächshaus eingestellt.

2.1.4 Untersuchungsmaterial für die Isoenzymanalysen

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Weiden ging es grundsätzlich darum, von möglichst vielen Einzelflächen Material in die Untersuchungen mit einzubeziehen, um die genetische

Tab. 4: Anzahl der ausgewählten und vermehrten Einzelindividuen (Weidenklone)

Wissenschaftlicher Name	Anzahl der ausgewählten Individuen (Klonzahl)	Anzahl der vermehrten Individuen (Klonzahl)
<i>S. alba</i> L.	30	28
<i>S. aurita</i> L.	95	69
<i>S. bicolor</i> WILLD.	15	13
<i>S. caprea</i> L.	29	3
<i>S. cinerea</i> L.	50	43
<i>S. daphnoides</i> VILL.	15	6
<i>S. fragilis</i> L.	38	38
<i>S. hastata</i> L.	7	3
<i>S. myrtilloides</i> L.	7	2
<i>S. myrsinifolia</i> SALISB. (<i>S. nigricans</i> SM.)	16	10
<i>S. pentandra</i> L.	21	7
<i>S. purpurea</i> L.	21	18
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (SM.) CAMUS	63	59
<i>S. repens</i> L. ssp. <i>repens</i>	47	35
<i>S. repens</i> L. ssp. <i>rosmarinifolia</i> (L.) ČELAK.	31	22
<i>S. starkeana</i> WILLD.	2	2
<i>S. triandra</i> L.	44	34
<i>S. viminalis</i> L.	48	48
<i>S. alba</i> × <i>fragilis</i> (<i>S.</i> × <i>rubens</i> SCHRANK)	11	11
<i>S. alba</i> × <i>fragilis</i> × <i>pentandra</i> (<i>S.</i> × <i>hexandra</i> EHRH.)	3	2
<i>S. aurita</i> × <i>caprea</i> (<i>S.</i> × <i>capreola</i> KERN.)	3	2
<i>S. aurita</i> × <i>cinerea</i> (<i>S.</i> × <i>multinervis</i> DÖLL)	6	6
<i>S. aurita</i> × <i>myrtilloides</i> (<i>S.</i> × <i>rugulosa</i> ANDERSS.)	4	1
<i>S. aurita</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>coriacea</i> SCHLEICH.)	2	1
<i>S. aurita</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>ambigua</i> EHRH.)	19	8
<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i> (<i>S.</i> × <i>reichardtii</i> KERN.)	8	6
<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>dasyclados</i> WIMM.)	3	3
<i>S. caprea</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>latifolia</i> FORBES)	2	2
<i>S. caprea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>scandica</i> ROUY)	1	1
<i>S. caprea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>smithiana</i> WILLD.)	2	2
<i>S. cinerea</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>vaudensis</i> SCHLEICH.)	6	4
<i>S. cinerea</i> × <i>purpurea</i> (<i>S.</i> × <i>pontederana</i> WILLD.)	1	0
<i>S. cinerea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>subsericea</i> DÖLL)	1	1
<i>S. cinerea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>holosericea</i> WILLD.)	7	5
<i>S. daphnoides</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>maritima</i> HARTIG)	1	1
<i>S. fragilis</i> × <i>pentandra</i> (<i>S.</i> × <i>tinctoria</i> SM.)	5	5
<i>S. fragilis</i> × <i>triandra</i> (<i>S.</i> × <i>alopecuroides</i> TAUSCH)	4	4
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>nana</i> SCHLEICH.)	2	1
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>purpurea</i> (<i>S.</i> × <i>beckeana</i> BECK)	1	0
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>seminigricans</i> A. et G. CAMUS)	1	0
<i>S. purpurea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>doniana</i> SM.)	4	4
<i>S. purpurea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>rubra</i> HUDS.)	2	2
<i>S. repens</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>friesiana</i> ANDERSS.)	6	4
<i>S. triandra</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>mollissima</i> EHRH.)	1	1

Tab. 5: Für die Kreuzungen verwendete Klone

Weibliche Kreuzungspartner		Verwendung im Jahr	
Art	Herkunft und Klon-Nr.	1995	1996
<i>S. aurita</i>	Britz A 25	x	x
<i>S. aurita</i>	Britz A 34	x	
<i>S. aurita</i>	Eberswalde ZS 7		x
<i>S. bicolor</i>	Brocken ZD 29		x
<i>S. caprea</i>	Bornholm ZC 14		x
<i>S. cinerea</i>	Britz A 39	x	
<i>S. cinerea</i>	Strausberg ZA 37		x
<i>S. cinerea</i>	Berlin/Köpenick ZB 4		x
<i>S. myrsinifolia</i>	Garzin ZB 16		x
<i>S. myrsinifolia</i>	Eschenlohe ZA 56		x
<i>S. purpurea</i>	EWS S 193	x	
<i>S. purpurea</i>	Gosen ZA 1		x
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	Bornholm ZA 67	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	Bornholm ZC 24		x
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	EWS SO 35	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	Biesenthal ZA 7	x	x
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	Biesenthal ZC 50	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	EWS ZB 42	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	Joachimsthal ZA 68	x	
<i>S. triandra</i>	Schwedt ZA 21		x
<i>S. viminalis</i>	EWS S 194	x	
<i>S. viminalis</i>	EWS S 416	x	
(<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> × <i>viminalis</i>)	aus Kreuzung SO 35 × K 82		x
(<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> × ssp. <i>argentea</i>)	aus Kreuzung ZC 50 × S 405		x
Männliche Kreuzungspartner		Verwendung im Jahr	
Art	Herkunft und Klon-Nr.	1995	1996
<i>S. aurita</i>	Britz A 83	x	
<i>S. aurita</i>	Joachimsthal ZB 17		x
<i>S. caprea</i>	EWS K 24	x	
<i>S. caprea</i>	Eberswalde ZD 40		x
<i>S. cinerea</i>	Brodowin ZD 5	x	
<i>S. cinerea</i>	Joachimsthal ZA 45		x
<i>S. daphnoides</i>	EWS K 8	x	x
<i>S. daphnoides</i>	EWS K 11		x
<i>S. myrtilloides</i>	Dietramszell ZD 163		x
<i>S. myrsinifolia</i>	EWS K 20	x	
<i>S. myrsinifolia</i>	Berlin/Lübars ZA 12		x
<i>S. purpurea</i>	Berlin/Hermsdorf ZA 19		x
<i>S. × reichardtii</i>	Britz ZS 6	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	EWS S 405	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	Bornholm ZA 65	x	
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	Bornholm ZC 29		x
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	Biesenthal ZC 49	x	x
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	Joachimsthal ZB 19	x	
<i>S. × smithiana</i>	EWS K 1	x	
<i>S. triandra</i>	EWS Con. 70	x	
<i>S. viminalis</i>	EWS K 17	x	x
<i>S. viminalis</i>	EWS K 19		x
<i>S. viminalis</i>	EWS K 82	x	

Variation jeweils einer Art an den untersuchten Isoenzym-Loci zu erfassen. Die genetische Kontrolle der Genorte erfolgte unter Einbeziehung von Material aus gelenkten Kreuzungen. Erste Voruntersuchungen zur Anpassung der Methodik der Stärkegel-Elektrophorese (HERTEL 1995, pers. Mitt.) auf die Gattung *Salix* L. erfolgten an Weiden-Sippen des bisherigen Eberswalder Weidensortiments. Aus dieser Sammlung wurden insgesamt 63 Klone von 26 verschiedenen Weidensippen untersucht. Die größte Probenzahl des untersuchten Materials bildete der *Salix-repens*-Komplex, einschließlich der morphologisch zugeordneten Unterarten und deren Bastarde.

Bei Laubgehölzen erwies sich bisher die Verwendung von Keimwurzeln, Früchten, Knospen (Vegetationskegeln) und Blättern in frühen Entwicklungsstadien als geeignetes Ausgangsmaterial für Isoenzymanalysen (MÜLLER-STARCK & ZIEHE 1991, ZANDER 1990). In Vorversuchen war es bei Weiden möglich, aus Knospen und ganz jungen Blättern klare Bandenmuster darzustellen.

Für die Hauptuntersuchungen wurden grundsätzlich Knospen verwendet. Zum einen ist Knospenmaterial bei den Weiden fast immer verfügbar, zum anderen ist dieses Ausgangsmaterial

Tab. 6: Verwendete *Salix-repens*-Klone zur Differenzierung mit molekularen Markern

Artname	Fundort	Klone
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (Küste)	Dänemark, Bornholm, Dueodde	5
	Dänemark, Bornholm, Hameren	3
	Deutschland, Land Mecklenburg-Vorpommern, Halbinsel Darß, Darßer Ort	3
	Deutschland, Land Mecklenburg-Vorpommern, Insel Rügen, Prora	1
	Deutschland, Cuxhaven, Salenbug	3
	Norwegen, Kristiansand	1
	Finnland, Opland	1
	Irland, Sligo, Glenade	1
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (Binnenland)	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Dahme-Spreewald, Neuendorfer See	1
	Deutschland, Land Sachsen-Anhalt, Quedlinburg, Heidberge	1
	Deutschland, Land Sachsen-Anhalt, Dessau	1
	Deutschland, Land Sachsen-Anhalt, Kreis Zerbst, Steckby	3
	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Senftenberg, Lausitz, Ruhland	2
	Tschechien, Nordböhmen, Doksy-See	1
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Barnim, Biesenthal	2
	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Märkisch-Oderland, Altlandsberg	1
	Deutschland, Berlin, Stadtbezirk Köpenick, Gosener Wiesen	1
	Deutschland, Land Sachsen-Anhalt, Kreis Wernigerode, Brocken	2
	Deutschland, Bayern, Kreis Bad Tölz, Dietramszell	1
	Schweiz, Kanton Sankt Gallen, Toggenburg, Hudelmoos	1
	Deutschland, Land Sachsen, Kreis Annaberg, Annaberg	1
	Frankreich, Besse, Mont Dore	1
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Märkisch-Oderland, Ruhlsdorf	1
	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Barnim, Brodowin	2
	Polen, Ostpolen, Chelm	3
	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Barnim, Joachimsthal	1
	Deutschland, Berlin, Stadtbezirk Köpenick, Neue Wiesen	1
	Deutschland, Land Brandenburg, Uckermark, Ringenwalde	1
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> × ssp. <i>repens</i>	gelenkte Kreuzung aus ssp. <i>argentea</i> (Bornholm) mit ssp. <i>repens</i> (Biesenthal)	1
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> × ssp. <i>rosmarinifolia</i>	gelenkte Kreuzung aus ssp. <i>rosmarinifolia</i> (Herkunft unbekannt) mit ssp. <i>repens</i> (Biesenthal)	1
<i>S. aurita</i>	Deutschland, Land Brandenburg, Kreis Barnim, Trampe	1

problemlos über einen längeren Zeitraum im Kühlschrank zu lagern. Der Untersuchungszeitpunkt lag vorrangig in der Vegetationsruhe während der Wintermonate.

2.1.5 Untersuchungsmaterial für die Polymerasekettenreaktion (PCR)

Die Möglichkeit der Unterartdifferenzierung im *Salix-repens*-Komplex sollte mit Hilfe molekularer Marker überprüft werden. Grundlage für die Einordnung der Unterarten bildeten blattmorphologische Parameter. Insgesamt wurden 48 Klone untersucht (Tab. 6). Davon waren der ssp. *argentea* 22 Individuen zuzuordnen, wovon 18 Exemplare von Küsten- und 9 Exemplare von Binnenstandorten stammten, weitere 10 Klone wurden als ssp. *repens* und 9 Klone als ssp. *rosmarinifolia* klassifiziert. Je ein Individuum stammte aus den Unterartkreuzungen ssp. *argentea* × ssp. *repens* bzw. ssp. *repens* × ssp. *rosmarinifolia*. Als Vergleichsmaterial diente ein Klon von *S. aurita*.

2.2 Methoden

2.2.1 Morphologisch-taxonomische Aufnahmen

Zur Erfassung der morphologischen Variabilität der untersuchten *Salix*-Sippen wurden vom Untersuchungsmaterial bis zu insgesamt 40 Einzelmerkmale, aus den Merkmalsgruppen Habitus, Äste, Triebe, Knospen und Blätter erfaßt (Tab. 7). Bis auf die meßbaren Blattparameter wurden alle anderen Merkmale am entsprechenden Fundort notiert. Die Erhebung der Blattparameterdaten erfolgte an herbarisiertem Zweigmaterial mit Hilfe eines Bildauswertungssystems (Quant-

Tab. 7: Erfaßte vegetative morphologische Merkmale

Merkmale	Bemerkungen
1. Habitus - Höhe, Kronenform, Stammform	Vermessung der Strauchhöhen auf 10 cm Genauigkeit
2. Äste - Form der Verzweigung - Ausprägung der Rinde, Verborkung	ab 3-jährige Zweige z. B. bei <i>S. triandra</i> Ablösen der Rinde
3. Triebe (junge Zweige) - Zweigfarbe - Bereifung der Zweige, Bastfarbe - Zweigbehaarung - Beschaffenheit der Holzoberfläche	0 bis 2-jährige Zweige z. B. zitronengelber Bast bei <i>S. daphnoides</i> Vorhandensein von Striemen am 2-3jährigen Holz
4. Knospen - Farbe, Form, Behaarung	
5. Blatt - Form - Farbe - Behaarung - Blattrand - Blattnerven - Blattstiel - Nebenblätter	gemessene Parameter: - Spreitenlänge, Spreitenbreite - Stiellänge, Blattlänge - Länge bis zur breitesten Stelle - Anzahl der Seitennervenpaare berechnete Parameter: - Spreitenverhältnis = Spreitenlänge : Spreitenbreite - Spreitenindex = Spreitenbreite : Spreitenlänge - Stielindex = Stiellänge : Blattlänge Lage der breitesten Stelle = Länge bis zur breitesten Stelle : Spreitenlänge) Blattform, Blattgrund, Blattspitze Bereifung, Wachs, Glanz Battober- und Unterseite, Form der Behaarung Zähnung, Drüsen, Einrollen des Randes Nervatur, Seitennervenpaare Behaarung, Drüsen Vorhandensein, Form

med 500, Leica). Dabei wurden jeweils zehn Einzelwerte pro Individuum ermittelt. Den größten Probenumfang bei der Merkmalerfassung bildete der *Salix-repens*-Komplex.

Die Aussagen zum Spreitenindex im Ergebnisteil sind gegenüber dem Spreitenverhältnis nur eine reziproke Darstellungsweise und beinhalten keine zusätzlichen Erkenntnisse.

Neben der Erfassung vegetativer Merkmale wurden auf einer Beobachtungsfläche im Forstbotanischen Garten Eberswalde von ausgewählten Kriechweidenarten und -bastarden Kätzchenmerkmale erfaßt. Pro Individuum flossen jeweils fünf Kätzchen in die Ermittlung der Kätzchenparameter ein. Aus einem dieser Kätzchen wurden jeweils drei bis fünf Einzelblüten herauspräpariert, von denen die Einzelwerte vermessen wurden. Als Grundlage für einen Vergleich der Unterarten dienten die arithmetischen Mittelwerte der Einzelindividuen (Tab. 8).

2.2.2 Phänologische Untersuchungen

In den Jahren 1996 und 1997 wurden bei 12 Arten und 13 Bastardkombinationen phänologische Daten in Eberswalde (Breite: 52°50' N; Länge 13°49' E; Höhe: 32 m ü. NN) erhoben. Um den Einfluß unterschiedlicher Standortverhältnisse auf die phänologische Entwicklung der untersuchten Strauchweidenarten, -unterarten und -hybriden auszuschließen, wurden die in Tab. 9 dargestellten Parameter der Entwicklungsstadien von Blattentfaltung und Blüte auf einer zu diesem Zweck angelegten Versuchsfläche erfaßt (Abb. 4).

Tab. 8: Erfaßte generative morphologische Merkmale im *Salix-repens*-Komplex

Parameter	Erfaßte Merkmale	Geschlecht
Kätzchen	- Kätzchenstand am Zweig - Kätzchenlänge - Kätzchendurchmesser - Kätzchenstiellänge - Kätzchenstiellaubblättchen (Anzahl, Form) - Behaarung (Kätzchenachse) - Kätzchenindex = K.-Durchmesser : K.-Länge - Kätzchenstiellindex = K.-Stiellänge : K.-Länge	weiblich, männlich
Tragblätter	- Form - Farbe - Behaarung - Länge im Verhältnis zu Fruchtknotenstiel bzw. Staubfäden	weiblich, männlich
Fruchtknoten	- Fruchtknotenstiellänge - Fruchtknotenform - Behaarung - Farbe	weiblich
Griffel	- Form - Farbe - Länge	weiblich
Narben	- Farbe - Strahligkeit - Form	weiblich
Staubfäden	- Behaarung - Länge - Farbe - Länge im Verhältnis zu den Tragblättern	männlich
Staubbeutel	- Form - Farbe zu Beginn der Blüte - Farbe am Ende der Blüte	männlich
Nektarium	- Form - Länge im Verhältnis zu Fruchtknotenstiel bzw. Tragblättern	weiblich, männlich

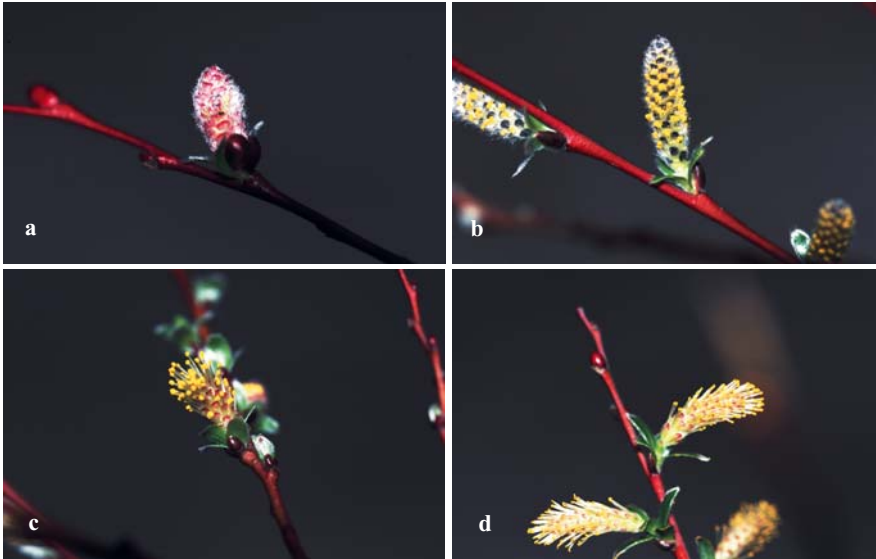


Abb. 4: Knospentfaltung (a), Beginn der Blüte (b), Vollblüte (c) und Ende der Blüte (d) von *S. repens* ssp. *argentea* ♂.

Tab. 9: Definition der Entwicklungsstadien der Blattentfaltung und Blüte (verändert nach SCHNELLE 1955)

Entwicklungsstadium	Definition des Entwicklungsstadiums
grüne Blattspitzen	Die Knospenschuppen brechen auf und die grünen Blattspitzen sind deutlich erkennbar.
Blätter geschoben	Die Blätter haben sich aus den Knospenschuppen heraus geschoben, sind aber noch nicht entfaltet.
Blätter voll entfaltet	Die ersten Blätter sind bis zum Blattstiel heraus geschoben und vollständig entfaltet.
Beginn der Blüte	Es sind an einzelnen Kätzchen die ersten Narben bzw. Staubbeutel deutlich zu sehen; die ersten Staubbeutel beginnen Pollen abzugeben.
Vollblüte	Etwa drei Viertel der vorhandenen Kätzchen sind aufgeblüht; die männlichen Blüten geben reichlich Blütenstaub ab.
Ende der Blüte	Mindestens drei Viertel der vorhandenen Kätzchen sind abgeblüht; die Narben der weiblichen Kätzchen werden braun und sterben ab; die männlichen Kätzchen geben keinen Pollen mehr ab.

Zur Interpretation der phänologischen Daten wurden Witterungswerte der Versuchsstation Berlin-Dahlem herangezogen. Die Klimawerte wurden durch das Ergänzende Fachgebiet Agrarmeteorologie am Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin aufgezeichnet. Die Klimastation in Berlin-Dahlem (Breite: 52° 28' N; Länge 13° 18' E), mit einer Höhe von 51 m ü. NN liegt im Übergangsbereich zwischen dem stärker maritim beeinflussten norddeutschen Flachland und dem kontinentalen osteuropäischen Festland.

Neben den phänologischen Beobachtungen an Weiden wurden für Eberswalde Vergleichsdaten anderer Pflanzenarten festgehalten. Hierbei handelt es sich ausschließlich um die Blütezeit. Diese Pflanzenarten repräsentieren Eckdaten phänologischer Phasen des Frühlings (SCHNELLE 1955). Der Vorfrühling beginnt mit der Blüte von Haselnuß und Schneeglöckchen, der Erstfrühling wird z. B. durch die Blüte der Forsythie erfaßt, der Vollfrühling wird u. a. durch die Blüte von Schlehe und Löwenzahn repräsentiert.

2.2.3 Beschreibung der Kreuzungsmethoden

Die Kreuzungsversuche mit insgesamt 18 *Salix*-Sippen fanden im Zeitraum von Mitte Februar bis Anfang Mai in den Jahren 1995 und 1996 statt. Nach einer jeweiligen Vorbonitur auf Vorhandensein von Blütenknospen konnten 1995 49 und 1996 32 Kreuzungen zwischen verschiedenen *Salix*-Sippen durchgeführt werden. Auf einige wenige Kombinationen wurde verzichtet, weil bei diesen Partnern keine bzw. keine vitalen Blütenknospen vorhanden waren.

Männliche Kreuzungspartner

Die Kreuzungsarbeiten begannen Mitte Februar mit dem Schneiden von 3 bis 5 männlichen Reisern mit deutlichen Blütenknospen bei 1 bis 3 Klonen je Art. Alle Blütenzweige wurden in mit Wasser gefüllte Glasgefäße gestellt (WETTSTEIN-WESTERSHEIM 1929). Ein Dunkelanstrich der Gefäße verhinderte ein zu starkes Veralgen des Wassers und der treibenden jungen Wurzeln. Gleichzeitig wurden die Öffnungen der Glasgefäße mit einer schwarzen Folie überzogen und die Reiser durch die Folie gestochen. Die männlichen Blühreiser wurden separat in einem Warmhaus zur Pollengewinnung angetrieben. Um eine Vermischung des Pollens zu vermeiden, war der Standort für die Zweige der verschiedenen Individuen mindestens 1,5 m voneinander entfernt. Das Antreiben der Zweige erfolgte bei einer Temperatur von 15 bis 20 °C. Die Lüftungsklappen des Gewächshauses blieben während der Blühreiseranzucht geschlossen. Nach 12 bis 25 Tagen (je nach Art) blühten die Kätzchen auf. Da die männlichen Kreuzungspartner einen zeitlichen Vorlauf hatten, mußten die Pollen auf Zeitungspapier abgeschüttelt und bei 3 °C in verschlossenen Glasgefäßen im Kühlschrank gelagert werden.

Weibliche Kreuzungspartner

Soweit bewurzelte weibliche Stecklingspflanzen aus dem Vorjahr mit Blütenknospen vorhanden waren, wurden von jedem verwendeten Klon 3 bis 5 Pflanzen in Mitscherlichgefäße gepflanzt. Von Klonen ohne bewurzelte weibliche Stecklingspflanzen wurden Blühreiser geschnitten und ebenfalls in Mitscherlichgefäße gesteckt. Die Gefäße sind hierbei bis zur Hälfte mit Komposterde und im oberen Teil mit Sand, in Form eines Zweischichtenbodensystems, gefüllt worden (ORTMANN 1959).

Die Mitscherlichgefäße mit den weiblichen Kreuzungspartnern wurden ca. zwei Wochen nach den männlichen Individuen in einem anderen Warmhaus eingestellt. Die Temperatur in dem Gewächshaus lag zwischen 15 und 22 °C. Eine Verwendung von einjährigen Stecklingspflanzen gegenüber Blühreisern erwies sich als günstiger, da insbesondere beim Schieben der Blätter ein verstärktes Abwerfen der Kätzchen zu beobachten war. Auf die Variante der weiblichen Blühreiser konnte im Jahr 1996 vollständig verzichtet werden, zur Kreuzung gelangten nur noch ein- bis zweijährige Stecklingspflanzen.

Aufgrund unbefriedigender Erfolge in Vorversuchen wurde auf die Wasserkultur bei weiblichen Blühreisern grundsätzlich verzichtet. Bei dieser Methode kamen die Kätzchen noch zur Blüte, fielen jedoch nach erfolgter Bestäubung noch vor der Samenreife ab.

Durchführung der Kreuzungen

Mittels kleiner Pinsel fand ab 18 Tage nach dem Einstellen der weiblichen Kreuzungspartner die Bestäubung statt. Um eine Vermischung des Pollens zu vermeiden, wurde nach jedem Bestäubungsvorgang Hände und Pinsel mit 96 %igem Äthanol gereinigt. Bei gelungenen Kreuzungen konnte ein schnelles Absterben (braune Verfärbung) der jeweils bestäubten Narben innerhalb eines Tages beobachtet werden. Ohne Bestäubung begannen die Narben jeweils erst nach 4 bis 6 Tagen mit einem verlangsamen Absterbevorgang.

Sämlingsanzucht

Im Zeitraum zwischen 18 bis 30 Tagen nach erfolgter Kreuzung waren die Samen reif, sichtbar durch das Aufreißen der Samenkapseln. Die Samen wurden abgesammelt und sofort ausgesät, um eine möglichst hohe Keimfähigkeit zu gewährleisten (ORTMANN 1959). Für die Aussaat fanden Tontöpfe, zu zwei Drittel mit Komposterde und im oberen Drittel mit gesiebtem Kies gefüllt, Verwendung. Diese Töpfe standen in Kunststoffwannen, wobei der Raum zwischen den Töpfen gleichfalls mit Kies befüllt war.

Die nicht enthaarten Samen wurden, getrennt nach Kreuzungen, jeweils in den Töpfen ausgebreitet, schwach angedrückt und mit einer Glasscheibe abgedeckt. Die Wasserzufuhr erfolgte mittels einer staunässefreien Untergrundbewässerung über ein Gießrohr in den Kunststoffwannen (ORTMANN 1964). Die Sämlinge wurden bei einer Temperatur von 18 bis 20°C im Gewächshaus angezogen. Nach einem Tag waren die Keimlinge deutlich mit ihren kräftig grünen Keimblättern erkennbar. Die ersten Laubblätter trieben nach 2 bis 3 Wochen aus. Mit zunehmendem Wurzelwachstum wurde der Wasserpegel in den Kunststoffwannen gesenkt. Nach etwa 6 Wochen wurden die Sämlinge in flache Holzkisten pikiert und nach weiteren 8 bis 12 Wochen in offene Frühbeetkästen gepflanzt.

Merkmalerfassung der Sämlinge

Im Alter von 6 bis 10 Wochen erfolgte eine Bonitur der Sämlinge nach den Merkmalen: Pflanzenzahl, Größe und Form der Keimblätter (nach Ausbildung des 3. bis 4. Laubblattes), Triebfarbe des Hypokotyls, Form der ersten zwei Laubblätter, Wurzelentwicklung, Form und Beschaffenheit des 3. bis 7. Laubblattes, mittlere Größe des 1. bis 7. Laubblattes, Triebfarbe und Behaarung zwischen den Laubblättern, Behaarung bzw. Bereifung der Blattunterseite, Form und Größe der Nebenblätter, Vitalität sowie mittlere Triebhöhe und Blattzahl nach 50 Tagen.

2.2.4 Isoenzymuntersuchungen

Die methodischen Grundlagen der Stärkegel-Elektrophorese, einschließlich der Herstellung und Anfärbung der Gele, beziehen sich auf Angaben von AAS (1988), AAS & MÜLLER (pers. Mitt. 1996), BERGMANN et al. (1993), KIM (1979 und 1985), HERTEL (pers. Mitt. 1995), MÜLLER-STARCK (1985 und 1989), MURPHY et al. (1996), SMITHIES (1955), YEH & O'MALLEY (1980) und ZANDER (1990).

In Vorversuchen fanden Tests von 19 Enzymsystemen auf ihre Eignung zur Ermittlung der genetischen Variation an Knospen statt. Für die Hauptuntersuchungen konnten für die Gattung *Salix* L. insgesamt neun verschiedene Enzymsysteme mit genügend großer Enzymaktivität und guter Auflösung der Bandenmuster ausgewählt werden (Tab. 10).

Die Enzymsysteme wurden durch die Stärkegel-Elektrophorese mit Hilfe von zwei verschiedenen Puffersystemen, Lithium-Borat / Tris-Citrat, bekannt als Ashton-System ZANETTO et al. (1996) bzw. Tris-Citrat-System MÜLLER-STARCK et al. (1996), aufgetrennt (Tab. 11).

Die Zubereitung des 12,5 %igen Stärkegels erfolgte unter Verwendung von jeweils 33 g Stärke (Biomol-Toronto-Stärke, Kat. Nr. 07378), 3 g Saccharose und 275 ml Gelpuffer. Von den 275 ml Gelpuffer wurden 150 ml in ein Becherglas gefüllt und in der Mikrowelle erhitzt. Der andere Teil des Gelpuffers wurde mit der Stärke und Saccharose in einem Erlenmeyerkolben aufgerührt und anschließend mit der erhitzten Flüssigkeit versetzt. Das dabei entstandene milchig trübe Gemisch wurde 2:30 Minuten in der Mikrowelle bei 1000 Watt aufgekocht. Danach wurde das flüssige Gel in einen nivellierten Gießrahmen (125 × 265 × 10 mm), aufgesetzt auf eine Glasplatte, gegossen. Nach ca. 15 Minuten wurde das Gel in den Kühlschrank gestellt.

Tab. 10: Für Isoenzymuntersuchungen bei der Gattung *Salix* L. geeignete Enzymsysteme

Enzymsysteme	Abkürzung	Puffersystem
Leucin-Aminopeptidase	LAP	ASHTON-System
Phosphoglucose-Isomerase	PGI	ASHTON-System
NADH-Dehydrogenase	NADH	Tris-Citrat-System
Sorbitol-Dehydrogenase	SBDH	ASHTON -System
Isocitrat-Dehydrogenase	IDH	Tris-Citrat-System
Aspartataminotransferase	AAT	ASHTON -System
6-Phosphogluconat-Dehydrogenase	6-PGDH	Tris-Citrat-System
Phosphoglucomutase	PGM	Tris-Citrat-System
Shikimat-Dehydrogenase	SKDH	Tris-Citrat-System

Tab. 11: Für Isoenzymuntersuchungen bei der Gattung *Salix* L. verwendete Puffersysteme

Puffersystem	Elektrodenpuffer	Gelpuffer
ASHTON-System; ZANETTO et al. (1996)	0,15 M Borsäure-Lithiumhydroxidpuffer (pH 8,1)	0,05 M Tris-Citrat-Puffer (pH 8,1) und 10% Elektrodenpuffer
Tris-Citrat-System; MÜLLER-STARCK et al. (1996)	0,15 M Tris-Citrat-Puffer (pH 7,5)	0,02 M Tris-Citrat-Puffer (pH 7,5)

Für die Herstellung des Enzym-Rohextraktes mußten von den Weidenknospen (je nach Größe 1 bis 4 Stück) die Knospenschuppen entfernt werden.

Die Proben wurden zusammen mit jeweils 100 µl Extraktionspuffer (0,12 M Tris-HCL-Puffer pH 7,3) in vorgekühlte Keramik-Färbplatten (für je 12 Proben, d: 20 mm, Tiefe: 3 mm) gegeben. Der Extraktionspuffer HERTEL (pers. Mitt. 1995) enthielt pro 100 ml:

- 112 mg EDTA
- 1 ml Mercaptoethanol
- 10 g Polyvinylpyrrolidon (PVP)

Mit Hilfe eines angerauhten Reagenzglases fand ein intensives Homogenisieren der Proben statt. Das Homogenat jeder Probe konnte jeweils mit Hilfe eines Gel-Blottingpapier-Filterplättchen (Schleicher-Schuell, Kat. Nr. 426682) aufgesaugt werden.

Ein Gel wurde mit Filterplättchen (12 x 3 mm Größe) von 48 Proben bestückt. Dazu wurde auf der breiten Seite des Gels ein ca. 2,5 cm breiter Streifen mit einem Skalpell und Lineal möglichst gerade abgeschnitten. In dem entstehenden Spalt mußten mit einer Pinzette im Abstand von ca. 1,5 mm 2 x 24 Filterplättchen plaziert werden, wobei nach den ersten 24 Proben eine etwas größere Lücke zu belassen war, an der das Gel später geteilt wurde. Der Lückenschluß erfolgte durch anschließendes Zusammenschieben der abgetrennten Teile des Gels. Nach Applikation der Proben wurde die Glasplatte mit dem Gel auf die Kühlplatte der Elektrophoresekammer (Desaphor HE 125, Desaga, Kat. Nr.: 146551) gelegt. Über Pufferbrücken (Viskosehaushaltstücher) fand eine Verbindung mit dem sich in den beiden Kammerwannen befindlichen Elektrodenpuffer statt. Die Geltrennstrecke betrug zwischen den beiden Pufferbrücken ca. 70 mm.

Die Kammer wurde mit dem Deckel verschlossen und somit über den Kathoden- und Anodenstecker an eine Gleichstromquelle (Desatronic 500/500, 220 V, Desaga, Kat. Nr.: 143200) angeschlossen. Die elektrophoretische Trennung lief ca. 4 Stunden bei konstanter Stromstärke (95 mA) und im Elektrophoreseverlauf ansteigender Spannung (115-140 V beim Tris-Citrat-System, 180-260 V beim Ashton-System). Nach etwa ½ Stunde wurden nach kurzem Abschalten der Stromquelle die Filterplättchen entfernt. Die Temperatur blieb während der ganzen Zeit konstant bei -2,0 °C (Frigostat, 220 V, Desaga, Kat. Nr.: 146790).

Tab. 12: Auf die Gattung *Salix* L. modifizierte Enzymfärbungen

Enzym	Beschreibung der Färbung	Methode
SBDH (EC 1.1.1.14)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,5 50 ml - Sorbitol 1 g - 10 mg / ml NAD 1 ml - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl nach 10 min Zugabe von: - Äthanol 2,5 ml - Glycerin 2,5 ml 	verändert nach LIN et al. (1969), HERTEL (pers. Mitt. 1995)
SKDH (EC 1.1.1.25)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,5 50 ml - 0,2 M MgCl₂ 1 ml - 4 mg / ml Shikimisäure 2 ml - 8 mg / ml NADP 0,6 ml - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl 	verändert nach SOLTIS et al. (1983), HERTEL (pers. Mitt. 1995)
IDH (EC 1.1.1.42)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,5 50 ml - 0,2 M MgCl₂ 1 ml - 60 mg / ml Isocitrat Säure 1 ml - 8 mg / ml NADP 1 ml - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl 	verändert nach BREWER (1970), HENDERSON (1965)
PGDH (EC 1.1.1.44)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,5 50 ml - 0,2 M MgCl₂ 1 ml - 20 mg / ml 6-PGDH 1 ml - 8 mg / ml NADP 1 ml - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl 	verändert nach SHAW & PRASAD (1970), YEH & O'MALLEY (1980)
NADH (EC 1.6.99.1)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,0 50 ml - NADH 15 mg - 6 mg / ml MTT 2 ml 	verändert nach AEBERSOLD et al. (1987)
AAT (EC 2.6.1.1)	<p><i>AAT-Stammlösung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - H₂O 500 ml - Asparaginsäure 1,35 g - α-Ketoglutar Säure 350 mg - PVP 2,50 g - Na₂HPO₄ 14 g - Na₂ EDTA 500 mg <p>→ pH 8,0 eingestellt mit 4M Natronlauge</p> <p><i>Färbung (Ausnahme bei 20 °C):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - AAT-Stammlösung 50 ml - Pyridoxal-5-phosphat 10 mg - Fast Blue BB 100 mg 	verändert nach HARRIS & HOPKINSON (1976), SOLTIS et al. (1983)
LAP (EC 3.4.11.1)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,05 M Tris-Maleat-Puffer pH 5,4 50 ml → 15 min in dem Puffer vorinkubieren - 0,05 M Tris-Maleat-Puffer pH 5,4 50 ml - Leucin 30 mg - Fast Black K 30 mg 	verändert nach GEBUREK (1987)
PGI (EC 5.3.1.9)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,0 50 ml - 0,2 M MgCl₂ 1 ml - 30 mg / ml Fructose-6-Phosphat 1 ml - 10 mg / ml NAD 1 ml - Glucose-6-Phosphatdehydrogenase 4 µl - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl 	verändert nach BUTH & MURPHY (1980), DE LORENZO & RUDDLE (1969)
PGM (EC 5.4.2.2)	<ul style="list-style-type: none"> - 0,1 M Tris-HCl-Puffer pH 8,0 50 ml - 0,2 M MgCl₂ 2 ml - 80 mg / ml Glucose-1-Phosphat 1,5 ml - 10 mg / ml NAD 1 ml - 0,2 mg / ml Glucose-1,6-Diphosphat 1 ml - Glucose-6-Phosphatdehydrogenase 4 µl - 6 mg / ml MTT 2 ml - 10 mg / ml PMS 200 µl 	verändert nach SOLTIS et al. (1983); WERTH (1985)

Nach dem Trennvorgang wurde das Gel längs in zwei gleich große Stücke, genau in der Lücke zwischen den beiden 24 Einzelproben geteilt, um die Gele besser handhaben zu können. Beide Gelstücke konnten anschließend mit Hilfe eines Gelschneiders horizontal in jeweils vier ca. 1,2 mm dicke Scheiben geschnitten werden. Die obersten 3 bis 4 mm des Gels wurden verworfen. Um die Enzymaktivität im Gel sichtbar zu machen, war es notwendig, jede Scheibe in eine große Petrischale zu legen und je nach dem zu analysierenden Enzymsystem mit einer speziellen Färbelösung zu übergießen (Tab. 12). Einige Gele mußten zur Angleichung des pH-Wertes der jeweiligen Färbelösung in den jeweiligen Puffern vorinkubiert werden (u. a. LAP).

Die Entwicklung der Enzymmuster (Zymogramme) erfolgte als chemische Reaktion im Dunkeln im Wärmeschrank bei 37 °C je nach Enzym zwischen 15 und 40 Minuten. Die angefärbten Gele wurden mehrmals in Wasser gespült und danach in 50 %igem Äthanol, unter Zusatz von 2 % Glycerin, für ca. 10 Minuten fixiert. Im Anschluß wurden die Gele zwischen zwei Lagen Cellophan (Desaga, Kat. Nr.: 146674) gespannt, auf eine Glasplatte gelegt und mit Stecknadeln auf einer Platte zum Trocknen befestigt. Die Gele waren nach zwei Tagen getrocknet und konnten zur Dokumentation dauerhaft aufbewahrt werden.

Nach der Fixierung wurden die Zymogramme ausgewertet. Mit Großbuchstaben wurden die Zonen eines Enzymsystems bezeichnet. Der Zone der Genotypen eines Genlocus mit der höchsten Mobilität wurde ein „A“ zugeordnet, der nächsten ein „B“ usw. An einem Genlocus wurden den Allelen Nummern zugeordnet. Das am schnellsten zur Anode wandernde Allel wurde mit „1“, das nächste mit „2“ usw. bezeichnet. Homozygote Allele wurden mit einer Verdopplung der Nummer verdeutlicht, bei heterozygoten Allelen wurden die Nummern kombiniert (Abb. 5).

Wichtig für die Auswertung der Zymogramme ist die Struktur des jeweiligen Enzyms. Die Zahl gebildeter Banden (Allele) hängt davon ab, aus wieviel Polypeptiden sich das jeweilige Enzym zusammensetzt. Im Zymogramm wurden für die Allele die relativen Wanderungsraten bezogen auf die Mobilität im Gel bestimmt (R_F -Werte zwischen 0 und 1).

Die Unterschiede in den Genotyp- bzw. Allelhäufigkeiten zwischen den Arten wurden über den genetischen Abstand (d_0) quantifiziert (GREGORIUS 1974). Wird eine Population durch die Häufigkeitsvektoren $p_1 = (p_{11}, p_{21}, \dots, p_{n1})$ der verschiedenen Allele bzw. Genotypen an L beobachteten Genloci ($l = 1, \dots, L$) beschrieben, wobei n_l die Anzahl der Allele bzw. Genotypen am Genlocus l ist, und wird eine andere Population durch die Häufigkeitsvektoren $p'_1 = (p'_{11}, p'_{21}, \dots, p'_{n1})$ an den gleichen Genloci bei identischer Bezeichnung der Allele bzw. Genotypen beschrieben, so ist der genetische Abstand (d_0) definiert als:

$$d_0 = \frac{1}{L} \cdot \sum_{l=1}^L \left(\frac{1}{2} \cdot \sum_{k=1}^{n_l} |p_{kl} - p'_{kl}| \right) \quad (\text{GREGORIUS 1974})$$

Der Unterschied zwischen den genetischen Strukturen zweier Arten wird durch den relativen Anteil der Allele bzw. Genotypen gemessen, welche man austauschen müßte, um aus der genetischen Struktur einer Art die der anderen entstehen zu lassen. Seinen minimalen Wert 0 nimmt der genetische Abstand (d_0) nur an, wenn die beiden verglichenen Arten übereinstimmende genetische Strukturen gleicher Häufigkeit besitzen. Seinen Maximalwert 1 nimmt der genetische Abstand (d_0) nur an, wenn beide verglichenen Arten keine Allele bzw. Genotypen gemeinsam haben (HATTEMER et al. 1993).

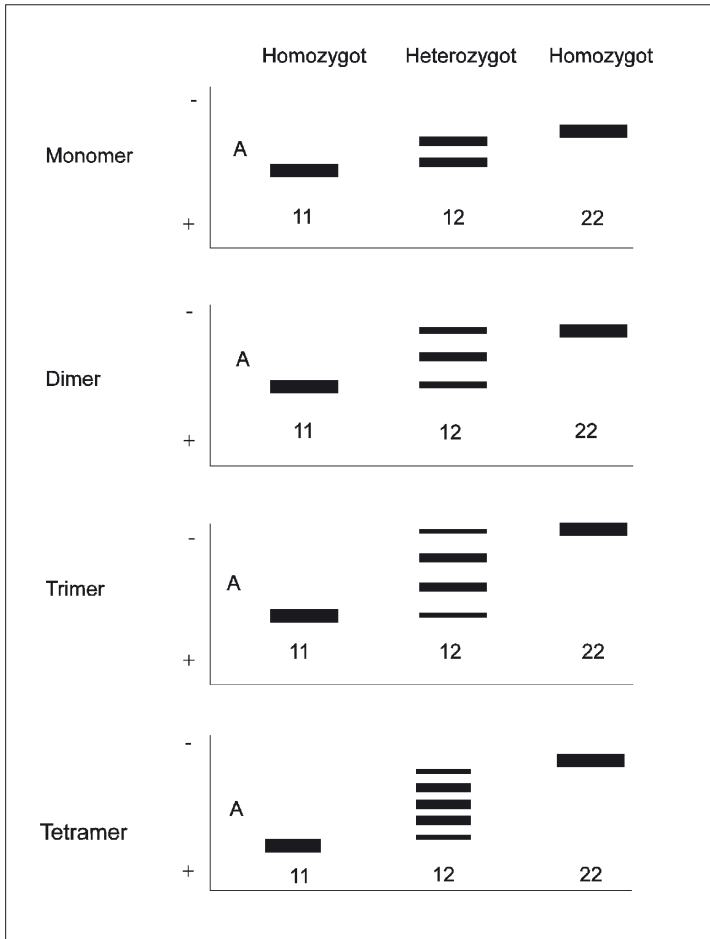


Abb. 5: Bandenbildung verschiedener Enzymsysteme (verändert nach HARRIS & HOPKINSON 1976).

2.2.5 Methodik der Polymerasekettenreaktion (PCR)

Die Desoxyribonukleinsäure- (DNA)-Extraktion für die PCR erfolgte leicht modifiziert nach ROGERS & BENDICH (1988), DEHMER (1997 pers. Mitt.). Je Individuum wurden 150 bis 200 mg Blattmaterial in flüssigem Stickstoff unter Zugabe von 600 µl 1,35 × CTAB-Puffer gemörsert. Der Puffer war auf 65 °C vorgewärmt. Das entstandene Homogenat wurde in vorher autoklavierte Eppendorfbehälter gegeben und 5 Minuten bei 65 °C inkubiert. Im folgenden wurden 600 µl CIA (Chloroform / Isoamylalkohol 24 : 1) zugegeben, vorsichtig vermischt und dann 2 min bei 11.000 Umdrehungen pro Minute bei 4 °C zentrifugiert. Der Überstand mußte mit einer Pipette abgezogen, dann in ein neues Reaktionsgefäß mit 120 µl 5%iger CTAB-Lösung bei 65 °C vermischt und wieder 2 Minuten bei 11.000 Umdrehungen pro Minute bei 4 °C zentrifugiert werden. Danach erfolgte erneut die Abnahme des Überstandes in ein neues Reaktionsgefäß, dem 600 µl CTAB-Fällungspuffer zugesetzt werden mußten. Nach dem Vermischen zeigten sich bei einigen Proben ausfallende DNA-Fäden. Die restlichen Proben blieben für ca. 15 min bei Raumtemperatur stehen. Alle Proben kamen für 2 bis 4

Minuten bei 6.000 bzw. 9.000 Umdrehungen pro Minute in eine Zentrifuge, bis ein Pellet vorhanden war. Der jeweilige Überstand wurde abgegossen. Im Anschluß wurde das Pellet in 100 µl Hochsalz-TE-Puffer mindestens 10 Minuten bei 65 °C gelöst. Bei schwerer Löslichkeit erhielt das Pellet weiteren Hochsalz-TE-Puffer in 100µl-Schritten.

Durch Zugabe von zwei Volumenteilen reinem Äthanol bei 4 °C wurde die DNA aus der Lösung ausgefällt und mit einem Haken aus der Fällungslösung entfernt. Die DNA konnte mit 400 µl 70%igem Äthanol / 10 mM Ammoniumacetat mindestens 10 Minuten gewaschen, angetrocknet und in 100 µl TE-Lösung (10 / 01) aufgenommen werden. Die Lösung der DNA fand auf einem Thermoschüttler für 30 Minuten bei 35 °C statt. Ein unzureichendes Lösungsverhalten erforderte die Zugabe weiterer TE-Lösung (10 / 01).

Die Messung der DNA-Konzentration fand im Fluorometer (TKO 100; HOEFER) statt. Dazu wurde die DNA-Lösung (2 µl) mit 2 ml TNE-Lösung vermischt. Die Standardkonzentration der DNA für die PCR beträgt 5 ng / µl, höher konzentrierte Lösungen waren unter Zugabe von autoklaviertem Bi-dest. zu verdünnen.

5 µl dieser identisch konzentrierten Lösungen wurden jeweils die verschiedenen Primer (0,8 µl) AP 1 bis AP 5 sowie 25 µl PCR-Super-Mix (Kat.-Nr. HDJ 403; Gibco BRL) zugegeben und zentrifugiert. Für die PCR kam der PTC 200 (MJ Reseach) zur Anwendung. Nach einer Vordenaturierung für 3 Minuten bei 94 °C erfolgte:

1. Denaturierungsphase bei 94 °C für eine Minute
2. Bindephase der Primer der AP-Gruppe bei 46 °C für eine Minute
3. Polymerisierungsphase bei 72 °C für zwei Minuten

Die drei Phasen mußten jeweils 40 mal durchlaufen werden. Der letzte Zyklus wurde zusätzlich auf 5 Minuten verlängert.

Im Anschluß folgte eine Gelelektrophorese (Biorad, Laufstrecke 10 cm) mit einer nicht limitierenden Stromstärke und einer Spannung von 90 V für die Laufzeit von zwei Stunden, wobei die Proben auf ein Agarosegel (Seakem) mit einer Konzentration von 1,5 % aufgetragen wurden. Als Elektrodenpuffer fand ein $0,5 \times$ TBE-Puffer Verwendung.

Die Färbung der Gele erfolgte 10 Minuten im Dunkeln mit einer Ethidiumbromidlösung (2 µg/ml). Im Anschluß wurden die Gele 10 Minuten in Reinst-dest. gespült. Zur Auswertung und Dokumentation wurden die angefärbten Gele mittels Videokamera dokumentiert.

2.2.7 Vegetationsökologische Aufnahmemethodik

In den 41 Untersuchungsgebieten (siehe Abb. 2 und 3) wurden jeweils 1 bis 7 zwischen 100 und 500 m² große Aufnahmeflächen ausgeschieden. Die Untersuchungen umfaßten 112 Einzelflächen. Die Flächengröße und Flächenform sollte sich nach einer subjektiven Einschätzung in einem homogenen floristisch-ökologischen Untersuchungsbestand niederschlagen. Insgesamt erfolgte die Auswahl der Teilflächen vorrangig in weitestgehend naturnahen Feuchtgebieten verschiedener Vegetationstypen unterschiedlicher ökologischer Standorte. Von den gefundenen Weidenarten wurde ein natürliches Vorkommen angenommen. An den Wuchsorten sollten die Weidenarten einen nahezu optimalen Standort repräsentieren. Auf einem Großteil der Aufnahmeflächen waren mehrere Weidenarten vergesellschaftet. Diese Flächen fanden für die vegetationsökologische Bewertung mehrerer Arten Berücksichtigung.

Auf allen Flächen wurden neben allgemeinen Daten u. a. zur Lage, Größe, Geländecharakterisierung und zum Aufnahmedatum die vorkommenden Pflanzenarten der Baum-, Strauch- und Krautschicht getrennt erfaßt. Die Bewertung der Artmächtigkeit erfolgte in einer kom-

Tab. 13: Bedeutung und Abstufung der Zeigerwerte

Zeigerwert	Kriterium	Einteilung
L	Schattenverträglichkeit bzw. Beziehung zur relativen Beleuchtungsstärke	1: Tiefschattenpflanzen
		5: Halbschattenpflanzen
		9: Vollichtpflanzen
T	Verbreitung nach Arealtypen, insbesondere nach Lage der Nord- und Höhengrenze	1: alpin-subalpine Pflanzen, Kältezeiger
		5: submontane Pflanzen, Mäßigwärmezeiger
		9: mediterrane Pflanzen, extreme Wärmezeiger
K	Verbreitung nach mehr ozeanischen oder kontinentalen Gebieten	1: euozeanisch
		5: intermediär
		9: eukontinental
F	Einteilung nach Bodenfeuchte bzw. Wasserversorgung	1: starke Trockenheitszeiger
		5: Frischezeiger
		9: Nässezeiger
		12: Unterwasserpflanzen
R	Einteilung nach Bodenreaktion	1: Starksäurezeiger
		5: Mäßigsäurezeiger
		9: Basen- und Kalkzeiger
N	Einteilung nach Stickstoffbedarf	1: Magerkeitszeiger
		5: Zeiger mäßig stickstoffreicher Standorte
		9: Zeiger übermäßig stickstoffreicher Standorte
S	Salzverträglichkeit	1: schwach salzertragend
		5: mäßig salzertragend
		9: extreme Salzzeiger

binierten Abundanz-Dominanz-Skala (BRAUN-BLANQUET 1964). Für die auf den Flächen vorkommenden Arten wurden die Zeigerwerte aus ELLENBERG et al. (1992) für die entsprechende Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Kontinentalitätszahl (K), Reaktionszahl (R), Stickstoffzahl (N) und Salzzahl (S) entnommen und anschließend in den mittleren Zeigerwert umgerechnet (Tab. 13).

Neben den ELLENBERG'schen Zeigerwerten fanden ökologische Weiserwerte von HOFMANN (1994) Berücksichtigung. Der ökologische Weiserwert wird durch Festlegung quantifiziert, indem eine in mitteleuropäischen Wäldern gegebene absolute ökologische Amplitude in der Nährkraft = Trophie (DK_T) und der Feuchte (DK_F) des Oberbodens jeweils durch den Rahmen 0 bis 10 begrenzt ist (Tab. 14). Durch Vegetations- und Bodenanalysen wurde die Position der dekadisch komplexen Weisergrößen (DK) einer jeweiligen Art bestimmt (HOFMANN 1994, PASSARGE & HOFMANN 1968).

Von Begleitarten, die auf mindestens 25 % der ausgewerteten Flächen einer jeweiligen Weidenart vorkamen, wurde der ökologische Weiserwert erfaßt. Falls mehr als 10 Pflanzenarten mit einer Stetigkeit von mehr als 25 % vorkamen, gelangten nur die 10 Arten mit der höchsten Stetigkeit zur Auswertung. Vertreter der Baumschicht bzw. Weidenarten blieben hier grundsätzlich unberücksichtigt.

Zur Berechnung der Mittelwerte von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte einer Weidenart wurden jeweils die Minimal- bzw. Maximalwerte der bewerteten Begleitarten gemittelt und auf halbe Dezimale gerundet.

Tab. 14: Ökologische Weiserwerte (nach HOFMANN 1994)

Dekadische komplexe Weisergrößen (DK)	Oberboden-Trophie (DK_T)	Oberboden-Feuchte (DK_F)
0 – 1	extrem arm	extrem trocken
1 – 2	arm	sehr trocken
2 – 3	ziemlich arm	trocken
3 – 4	arm bis mittel	mäßig trocken
4 – 5	mittel	mäßig frisch
5 – 6	mittel bis kräftig	frisch
6 – 7	kräftig	mäßig feucht
7 – 8	kräftig bis reich	feucht
8 – 9	reich	naß
9 – 10	sehr reich	sehr naß

Als ergänzende Parameter der Gehölzarten wurden folgende Daten aufgenommen:

- Wuchs- und Lebensformen
- Naturverjüngung der Weidenarten
- Verzahnung und Vergesellschaftung mit anderen Pflanzengesellschaften, insbesondere Einfluß anderer Gehölze auf die *Salix*-Sippen
- räumliche Ordnung (Horizontalstruktur, Soziabilität, Homogenität) der vorkommenden Weidenarten

Mit Hilfe soziologischer Artengruppen wurden die Vegetationsaufnahmen der einzelnen Flächen unter Verwendung des Bestimmungsschlüssels der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands (SCHUBERT et al. 1995) zugeordnet. Für die Bestimmung der Pflanzengesellschaften alpiner Flächen fand die Literatur von BRAUN-BLANQUET (1982) und OBERDORFER (1993) Anwendung. Dabei erfolgte die Bestimmung über die Vegetationsklassen bis hin zur grundlegenden Einheit, der Assoziation.

3 Morphologisch-taxonomische und phänologische Untersuchungen

3.1 Beschreibung der reinen Arten

Zahlreiche heimische Weidenarten weisen bei taxonomisch relevanten morphologischen Merkmalen eine große Streubreite auf. Größeren Schwankungen unterliegen beispielsweise die Zweigfarbe zwischen sonnigen und schattigen Standorten, aber auch die Längen und Breiten der Blätter. Beständig bei den Individuen einer Art (ausgenommen sind „Wasserreiser“) ist jedoch das Verhältnis zwischen Blattlänge und Blattbreite (NEUMANN 1981).

Unter Einbeziehung folgender Literatur (Tab. 15) und eigener umfassender Freilandbeobachtungen und -erhebungen wurden Artbeschreibungen von 18 Arten bzw. Unterarten zusammengestellt. Hinzugefügt wurden den Artbeschreibungen Angaben über Verbreitung (unter Verwendung zusätzlicher Literatur MEUSEL et al. 1965, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1989, BENKERT et al. 1996), Häufigkeit und Standorte. Die Verbreitungsangaben zum Mittelgebirge beziehen sich auf den Harz.

In der folgenden, den Artbeschreibungen vorangestellten Übersicht sind bestimmungsrelevante und artdiagnostisch wesentliche Merkmale der behandelten Arten und Unterarten dargestellt (Tab. 16).

Tab. 15: Vorrangig verwendete Literatur für die Artbeschreibungen

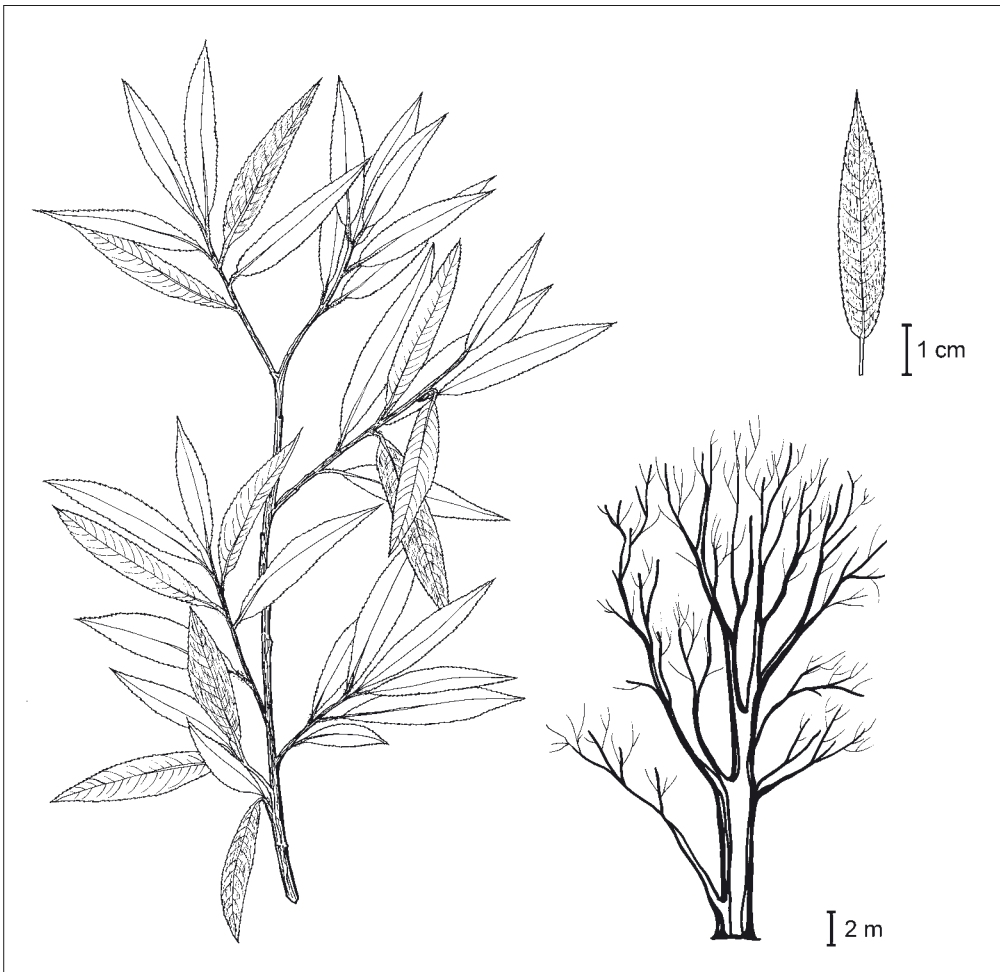
Autor(en)	Jahr	Titel
BUSER	1940	Kritische Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Weiden
CHMELAR & MEUSEL	1979	Die Weiden Europas. Die Gattung <i>Salix</i>
ENDTMANN	1993	Bemerkungen zu vegetativen Merkmalen bei Sippen von <i>Salix</i> (Weide) aus NO-Deutschland
GÖRZ	1922	Über norddeutsche Weiden, Versuch einer kritischen Betrachtung ihrer Artreinheit und Formkreise auf Grundlage der Weiden Brandenburgs
HESS et al.	1976	Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete
HÖRANDL	1992	Die Gattung <i>Salix</i> in Österreich
LAUTENSCHLAGER-FLEURY	1994	Die Weiden von Mittel- und Nordeuropa
MANG	1962	Zur Kenntnis der gegenwärtigen Vertreter der <i>Salix</i> -Sektion <i>Incubacea</i> DUM. und ihrer häufigsten Bastarde in Schleswig-Holstein, Hamburg und angrenzenden Gebieten
NEUMANN	1955	<i>Salix</i> -Bestimmungsschlüssel für Mitteldeutschland, Floristische Beiträge zur geobotanischen Geländearbeit in Deutschland
NEUMANN	1981	Die mitteleuropäischen <i>Salix</i> -Arten
NEWSHOLME	1992	Willows, The genus <i>Salix</i>
QUINGER	1993	<i>Salix</i> L. In: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, 2. Band
RECHINGER	1964	<i>Salix</i> L. In: Flora Europaea, Volume 1
RECHINGER	1981	<i>Salix</i> L. In: Illustrierte Flora von Mitteleuropa (HEGI) Band 3, Teil 1
SEEMEN	1908-13	<i>Salix</i> In: Synopsis der Mitteleuropäischen Flora
TOEPFFER	1915	<i>Salices</i> Bavariae, Versuch einer Monographie der bayrischen Weiden unter Berücksichtigung der Arten der mitteleuropäischen Flora
SKVORTSOV	1990	<i>Salix</i> L. In: Exkursionsflora von Deutschland, Band 4

Tab. 16: Bestimmungsrelevante und artdiagnostisch wesentliche Merkmale

Art	Habitus, Zweige	Blätter	Blüten
<i>Salix alba</i> L.	– Verzweigung spitzwinklig	– Drüsen auf den Spitzen der Zähne	– männliche Blüten 2, weibliche 1 Nektarium
<i>Salix aurita</i> L.	– Holz mit 1-2 cm langen Striemen	– Blattrand ausgebissen erscheinend – stark eingesenktes Nervenetz (runzlig) – Nebenblätter meist vorhanden	– Narben sitzend, kurz
<i>Salix bicolor</i> WILLD.	– Holz mit 3-4 mm langen zerstreuten Striemen	– Nebenblätter kleiner als 1 mm	– Staubbeutel rot, Pollen gelb
<i>Salix caprea</i> L.	– Rinde mit rautenförmigen Rissen – Holz ohne Striemen	– Blätter breit elliptisch, in der Mitte am breitesten	
<i>Salix cinerea</i> L.	– Holz mit 2-4 cm langen Striemen		– Narben aufrecht, parallel stehend
<i>Salix daphnoides</i> VILL.	– Äste grau-blau bereift – Rinde innen zitronengelb	– Nebenblätter mit Blattstiel verwachsen	
<i>Salix fragilis</i> L.	– Verzweigung senkrecht	– Drüsen in den Buchten der Zähne – Blätter völlig kahl	– männliche und weibliche Blüten mit 2 Nektarien
<i>Salix hastata</i> L.	– jüngste Triebe kräftig zottig behaart, später kahl		– Staubfäden und Fruchtknoten kahl
<i>Salix myrsinifolia</i> SALISB.		– Blattunterseite blau-grün, bereift, mit auffallend grüner Blattspitze	
<i>Salix myrtilloides</i> L.	– Zweige mit weißlich-transparentem, sich ablösendem Bast	– Blätter blaugrün, matt, mit unterseits starker Bereifung	– Fruchtknoten kahl, auffällig lang gestielt
<i>Salix pentandra</i> L.	– Zweige rotbraun, stark glänzend, kahl	– Blätter lackartig glänzend – Blattansatz meist mit mehr als 10 Drüsen, diese ein klebriges Sekret ausscheidend	– Staubfäden meist 5 (3-12) – Blütezeit Mitte Mai - Mitte Juni (spätestblühende europäische Weide)
<i>Salix purpurea</i> L.		– Blätter meist nur oberhalb der Mitte gezähnt – Blätter vorrangig an Kurztrieben gegenständig	– Staubfäden 2, bis zu den Staubbeuteln verwachsen
<i>Salix repens</i> ssp. <i>argentea</i> (SM.) CAMUS	– Übersanden löst protziges Wachstum aus	– Blätter 1,5-2 mal so lang wie breit – Unterseite dicht anliegend, silbrig glänzend behaart – Blattspitze deutlich nach unten gebogen – 4-6 Seitennervenpaare	– Narben meist zweistrahlig, hellgrün bis gelbgrün – Fruchtknoten dicht grau-silbrig behaart
<i>Salix repens</i> L. ssp. <i>repens</i>		– Blätter 2-3 (4) mal so lang wie breit – 6-8 Seitennervenpaare	– Narben meist vierstrahlig, grün
<i>Salix repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i> (L.) ČELAK.		– Blätter 3-9 mal so lang wie breit – 9-14 Seitennervenpaare	– Narben zwei bis vierstrahlig, leuchtend rot bis dunkelrot
<i>Salix starkeana</i> WILLD.	– 0,2-1 m hoher Kleinstrauch	– Blätter 1,5-2,5 mal so lang wie breit	– Narben gabelig, bis zur Mitte vierteilig
<i>Salix triandra</i> L.	– Rinde älterer Äste sich in Fetzen schuppig ablösend	– Blätter mit zwei stiftförmigen Petiolardrüsen	– Staubfäden 3 – Fruchtknoten spindelförmig, kahl
<i>Salix viminalis</i> L.		– Blätter 6-20 mal so lang wie breit – Blattrand wellig, nach unten umgerollt	– Narben fädig, zweiästig

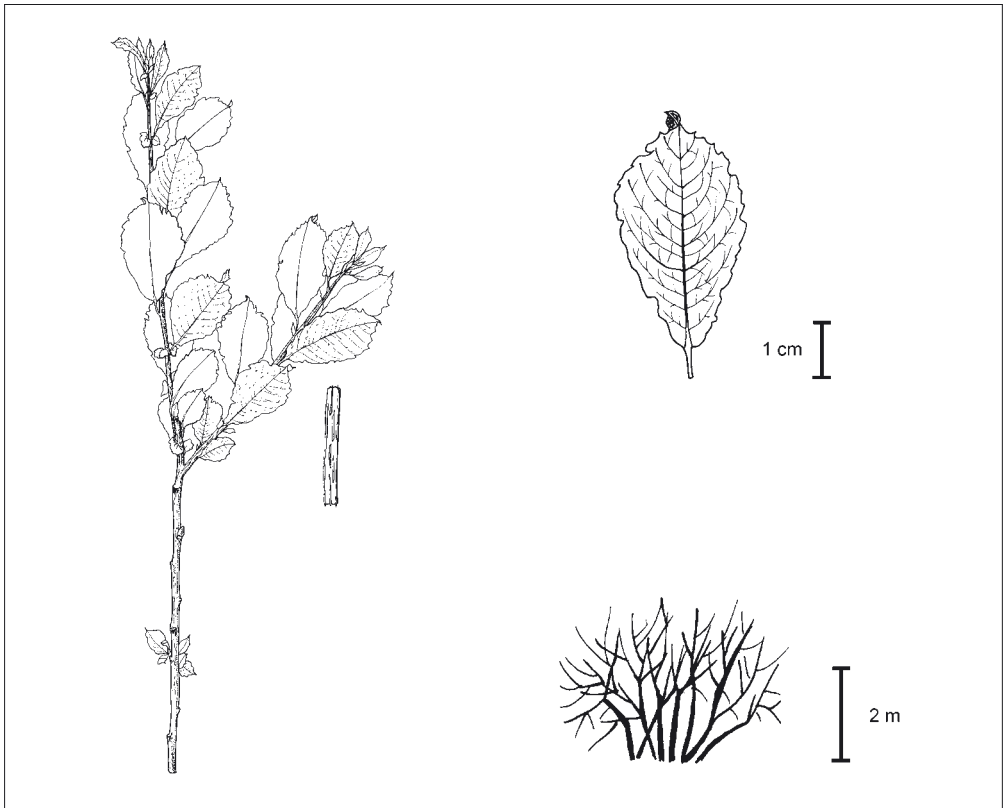
***Salix alba* L. Silber-Weide**

- Habitus** in der Regel großer Baum, 20-(25) m hoch, mit breit ausladenden Ästen, diese jedoch aufrecht spitzwinklig, Zweige teilweise überhängend, Borke grob-rissig, junge Zweige gelbbraun mit kurzer dicht anliegender Behaarung, bald verkahlend
- Zweige**
- Blätter** lanzettlich, 4-6 (8) mal so lang wie breit, zur Blattspitze hin beidseitig gleichmäßig verschmälert, größte Blattbreite in der Mitte, Blattrand gleichmäßig feindrüsig gezähnt, Drüsen sitzen auf den Spitzen der Zähne, Blattoberseite zerstreut behaart, Blattunterseite mit lang anliegender Behaarung, am Mittelnerv ausgerichtet
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Anfang Mai, kurz nach dem Blattaustrieb; Kätzchen länglich, meist gebogen, 3-7 cm lang, bis 1,5 cm lang gestielt, Fruchtknoten kegelförmig, kahl, Narbenäste gespreizt; Staubfäden 2, frei, im unteren Drittel behaart, Tragblatt einfarbig, hell, kurz behaart, oberes Drittel kahl; männliche Blüten mit 2 Nektarien, weibliche mit 1 Nektarium
- Standorte** in sommerwarmen Tieflagen nährstoffreicher Standorte im Überschwemmungsbereich der Flüsse und Bäche
- Verbreitung**
- Häufigkeit** in Europa (außer Nordeuropa) und Asien, besonders in den Auen größerer Flüsse allgemein verbreitet



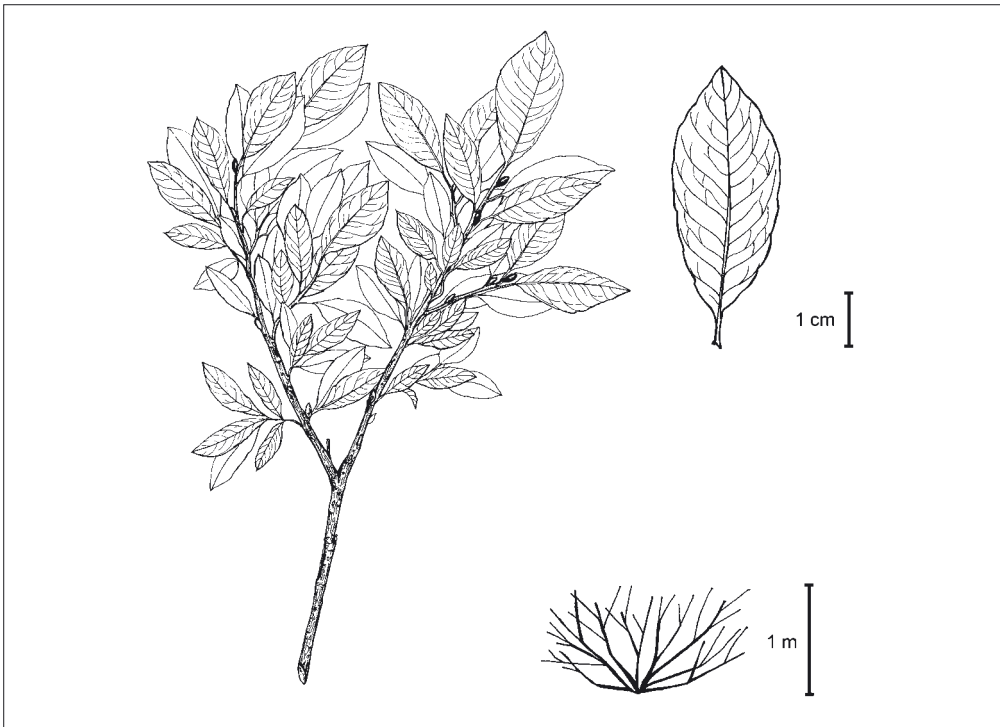
***Salix aurita* L. Ohr-Weide**

- Habitus** mittelhoher Strauch, 1,5-3 m hoch, dicht verzweigt, freistehend mit abgerundeter Krone;
- Zweige** Rinde grauschwarz; junge Triebe rotbraun bis grau, nur anfangs flaumhaarig; Knospen oft rötlich; geschältes Holz mit ca. 1-2 cm langen deutlichen Striemen
- Blätter** verkehrt eiförmig, mit größter Breite im oberen Drittel, 1,5-3 mal so lang wie breit; Blattspitze oft schwach gekrümmt und deutlich gefaltet; Blattrand grob und unregelmäßig gesägt, ausgebissen erscheinend (Blattrand ist zwischen den Zähnen nach unten gebogen); Blattoberseite dunkelgrün, durch stark eingesenktes Nervennetz runzlig erscheinend; Blätter unterseits graugrün kraus behaart, insbesondere auf dem stark hervortretenden Nervennetz, zwischen den Nerven schwacher blaugrauer Reif; Blattstiel meist nicht länger als 0,5 cm; Nebenblätter fast immer vorhanden, nierenförmig, groß
- Blüten** Blütezeit Ende April - Mitte Mai, kurz vor der Blattentwicklung; Blüte deutlich nach *Salix cinerea*; Kätzchen eiförmig, bei Blühbeginn sitzend, später kurz gestielt, am Stiel 2-4 kleine silbrig behaarte Laubblättchen; Kätzchen 2-3 cm lang, 1-1,5 cm im Durchmesser; weibliche Kätzchen nach der Blüte verlängert; Staubfäden 2, frei, kahl oder am Grund mit einzelnen Haaren; Fruchtknoten lang gestielt, filzig behaart; Narben sitzend, kurz, Narbenäste aufrecht; Tragblätter zweifarbig, Grund hell, Spitze bräunlich und lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf feuchten bis wechselfeuchten, basen- und nährstoffarmen Standorten, Bruchwaldpionier auf Flachmooren, Heidemooren, Quellsümpfen, Torfstichen und Birkenbrüchen, Charakterart der Weiden-Faulbaumgebüsche (*Salici-Franguletum*)
- Häufigkeit** in Europa verbreitet, außer im hohen Norden und im Mittelmeerraum; im Mittel- und Vorgebirge bis ca. 1500 m ansteigend



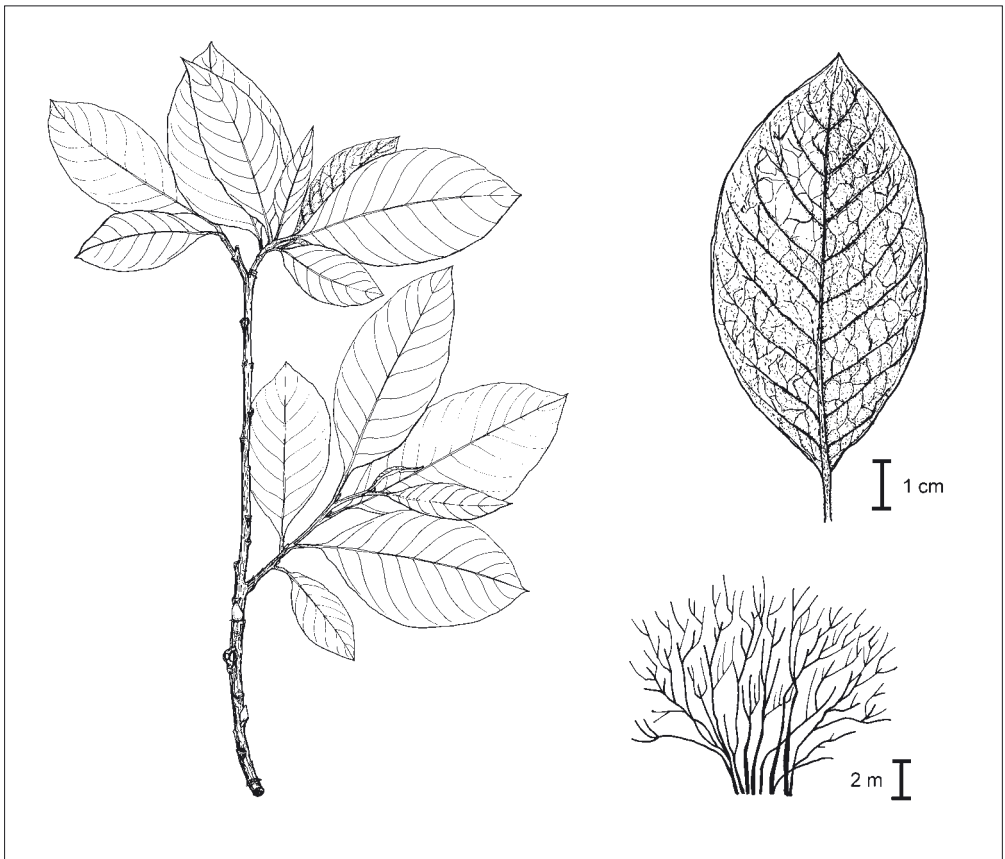
***Salix bicolor* WILLD. Zweifarbige Weide**

- Habitus** mittelhoher Strauch, 0,8-1,5 (2,5) m hoch; breitausladend (teilweise niederliegend),
Zweige dichtbuschig mit aufrechten Ästen; Rinde grau-braun, glatt, nur zerstreut rissig; junge
 Zweige gelbgrün, schwach behaart, schnell verkahlend; geschältes Holz mit 3-4 mm
 langen zerstreuten Striemen
- Blätter** verkehrt eiförmig bis breit lanzettlich, 2-3 mal so lang wie breit; größte Blattbreite in
 oder kurz über der Blattmitte; Blattrand vereinzelt schwach unregelmäßig drüsig ge-
 zähnt, sonst ganzrandig; Blattoberseite dunkelgrün, schwach glänzend, anfangs zer-
 streut behaart, schnell verkahlend; Blattunterseite graugrün, matt, bereift, Erstblätter
 und austreibende Sommerblätter unterseits insbesondere auf dem Mittelnerv und am
 Blattrand gestriegelt behaart, ausgewachsene Sommerblätter unterseits kahl; Blattstiel
 3-5 mm lang, anfangs behaart; Nebenblätter eilanzettlich, nur 1 mm lang
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Anfang Mai, mit dem Schieben der Blätter (Beobachtung im
 Versuchsgarten Eberswalde, am Wildstandort mit Sicherheit später); Kätzchen läng-
 lich, kurz gestielt, weibliche Kätzchen bis zu 5 cm lang, 1 cm im Durchmesser; Staubfä-
 den 2, frei, am Grund mit einzelnen Haaren oder kahl; Fruchtknoten schmal eiförmig, zur
 Spitze stark verschmälert, dicht seidig behaart; Griffel deutlich sichtbar, bis 1 mm lang;
 Narben geteilt, seitwärts gebogen; Tragblätter braun bis dunkelbraun, nur am Grund
 weißlich, lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** hochmontan bis subalpin, auf feuchten und basenarmen Standorten, meist nordseiti-
Verbreitung ger Gebirgshänge, in Hochstaudengebüschen, Blockhalden, Quellwiesen und an Bach-
 ufern, hier als *Salicion pentandrae*-Verbandscharakterart
- Häufigkeit** punktuelle Verbreitung in den west-, mittel- und südosteuropäischen Gebirgen, u. a.
 Pyrenäen, Französisches Zentralplateau, Vogesen, Zentralalpen, Riesengebirge, Tatra,
 Karpaten und Balkan; im Untersuchungsgebiet nur auf dem Brocken im Harz ein weib-
 licher Klon vorhanden



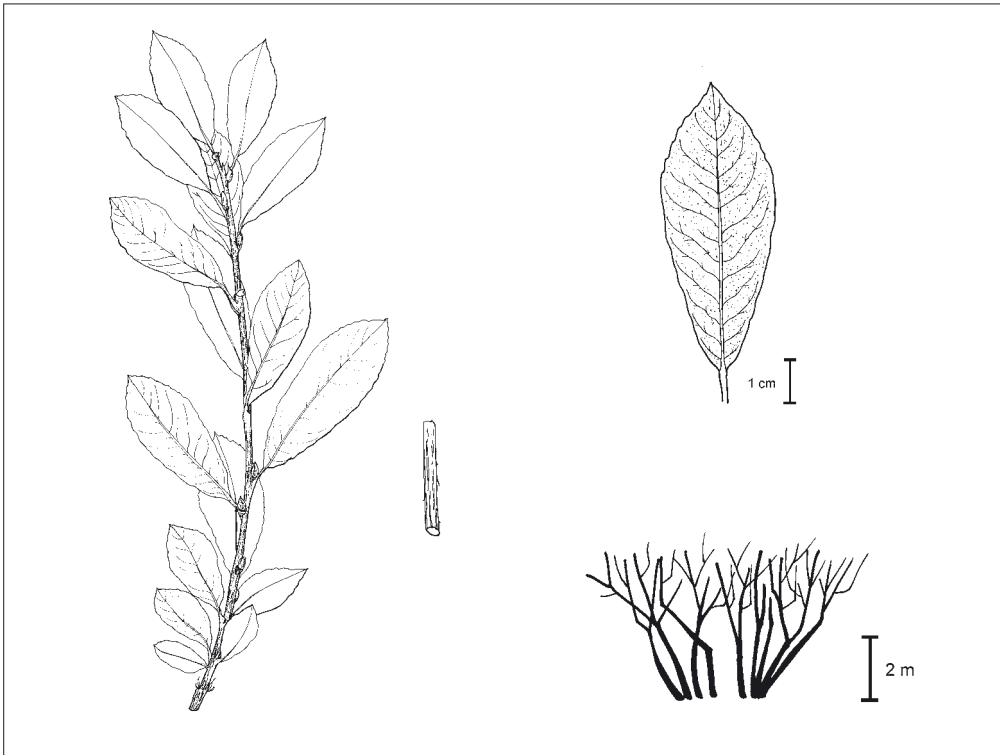
***Salix caprea* L. Sal-Weide**

- Habitus** Großstrauch oder Baum, 3-10 m hoch; Rinde grau mit rautenförmigen Rissen (Korkwarzen); junge Zweige olivgrün, anfangs behaart; Knospen gelbbraun, kahl oder schnell verkahlend; geschältes Holz ohne Striemen
- Zweige**
- Blätter** länglich oval bis breit elliptisch, 1,5-2,5 mal so lang wie breit, Blattgrund abgerundet, Blattspitze stumpf oder kurz zugespitzt, schwach gekrümmt; Blatttrand unregelmäßig wellig gezähnt; Blattoberseite olivgrün, meist kahl und schwach glänzend, Seitenerven schwach eingesenkt; Blattunterseite grau, kraus-kurzwollig, samtig-weich behaart, Mittelnerv und Seitennerven 1. Ordnung deutlich hervortretend; Blattstiel bis 2 cm lang; Nebenblätter meist nur an Langtrieben deutlich vorhanden, dort oft sehr groß
- Blüten** Blütezeit Mitte März - Anfang April, deutlich vor dem Blattaustrieb; Kätzchen eiförmig bis länglich eiförmig, sehr kurz gestielt, bei Blühbeginn sitzend, 2-4 cm lang, 2 cm im Durchmesser; weibliche Kätzchen nach der Blüte stark verlängert; Staubfäden 2, frei, kahl oder am Grund mit einzelnen Haaren; Fruchtknoten dicht weißlich behaart, lang gestielt; Narbenäste meist an der Spitze zusammenneigend; Tragblätter zweifarbig, Grund weißlich, obere Hälfte dunkelbraun, lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** stets außerhalb der Auen und Sümpfe, in Waldlichtungen auf frischen, nährstoffreichen
- Verbreitung** Böden, Pioniergehölz auf Halden, Brachen und in Gruben, Charakterart der Vorwaldgesellschaften (*Sambuco-Salicion capreae*)
- Häufigkeit** in ganz Europa bis nach Mittelasien allgemein verbreitet, fehlt in den äußersten südeuropäischen Gebieten; in Nordosteuropa durch die ssp. *coaetanea* vertreten



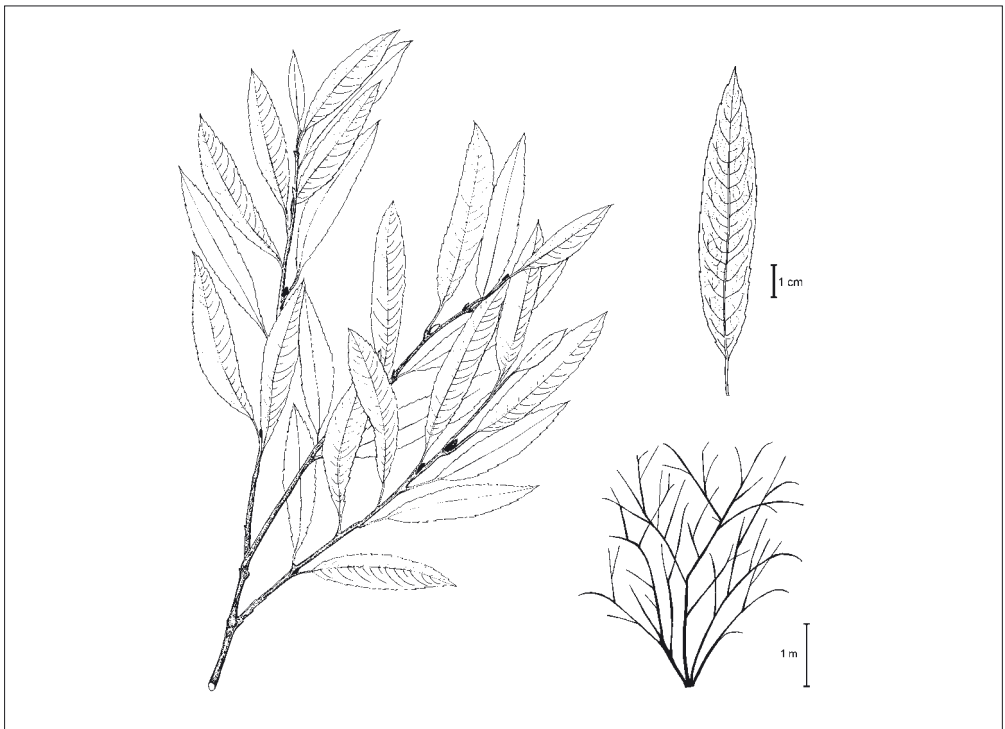
***Salix cinerea* L. Grau-Weide**

- Habitus** kräftiger Strauch, 3-6 m hoch, Äste kräftig, straff aufrecht; ältere Exemplare sehr in die Breite gehend; Rinde grau; 1-2-jährige Zweige und Knospen schwarzgrau und kurz-samtig behaart; geschältes Holz mit ca. 2-4 cm langen deutlichen Striemen
- Zweige**
- Blätter** verkehrt eiförmig lanzettlich, 2-4 mal so lang wie breit, am Grund keilförmig zusammenlaufend, kurze meist gerade Blattspitze; größte Blattbreite kurz über der Blattmitte; Blattrand schwach wellig, unregelmäßig schwach drüsig gesägt, teilweise zum Blattgrund auch ganzrandig; Blattoberseite dunkelgrün matt, zerstreut insbesondere auf dem Mittelnerv behaart, zum Blattrand hin Seitennerven eingesenkt, aber nicht runzlig erscheinend; Blattunterseite dicht grau behaart, sich nicht samtig anführend; Blattnerven unterseits deutlich hervortretend, nicht netzartig; Blattstiel bis 1,5 cm lang; Nebenblätter nierenförmig, kleiner als bei *S. aurita*
- Blüten** Blütezeit Ende März - Mitte April, kurz vor dem Blattaustrieb; Kätzchen zylindrisch, sehr kurz gestielt, bei Blühbeginn sitzend, 3-5 cm lang, 2 cm im Durchmesser; weibliche Kätzchen nach der Blüte stark verlängert; Kätzchenstiel mit kleinen Laubblättchen; Staubfäden 2, frei, am Grunde behaart; Fruchtknoten lang gestielt, dicht behaart; Narbenäste aufrecht, parallel stehend, nicht spreizend; Tragblätter zweifarbig, oberer Teil bräunlich bis schwarz, lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf nährstoffreichen Böden mit hoch anstehendem Grundwasser, in sommerwarmen Gebieten, an Gräben, Ufern, Erlenbrüchen, Feuchtwiesen
- Verbreitung**
- Häufigkeit** in Europa verbreitet, außer im hohen Norden; im Osten bis nach Zentralasien vorkommend, in den Alpen sehr selten bis in die subalpine Stufe ansteigend, im Tiefland dagegen meist sehr häufig; *S. cinerea* wird in Westeuropa (Großbritannien, Frankreich, Spanien) durch die nahestehende *Salix atrocinerea* BROT. und im Mittelmeerraum durch *Salix pedicellata* DESF. ersetzt



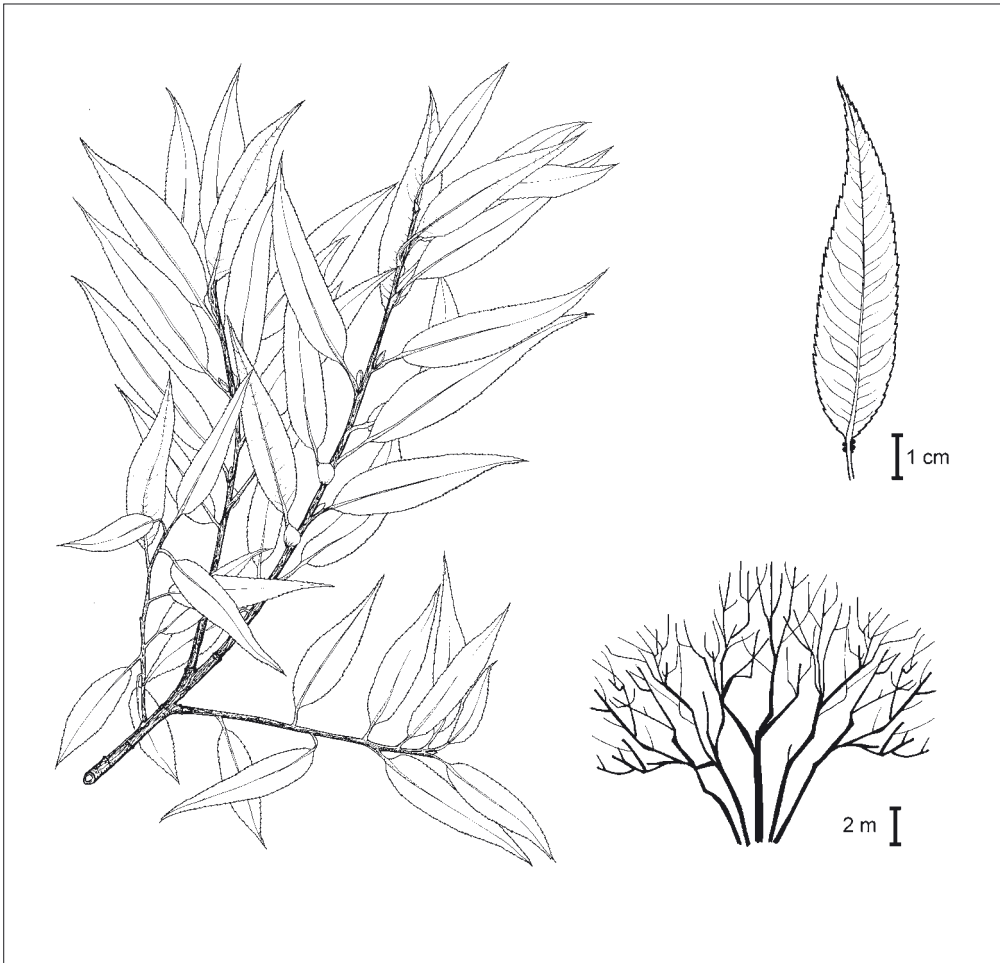
***Salix daphnoides* VILL. Reif-Weide**

- Habitus** Großstrauch oder Baum, bis 10 (15) m hoch, mit aufrechtem Wuchs; Äste rotbraun, mit deutlich auffallender graublauer abwischbarer Wachsschicht bereift; Zweige am Grunde brüchig; geschälte Rinde (Bast) kräftig zitronengelb; nur junger Austrieb schwach behaart, jedoch schnell verkahlend
- Zweige**
- Blätter** lanzettlich bis oval-lanzettlich, 2-5 mal so lang wie breit, scharf zugespitzt, zum Grunde hin allmählich verschmälert; größte Blattbreite in oder kurz über der Blattmitte; Blattrand regelmäßig feindrüsig gezähnt; Blattoberseite dunkelgrün glänzend; Unterseite graugrün matt, mit deutlich hervortretendem Mittelnerv und 12-15 Seitennervenpaaren; Blätter nur beim Austrieb schwach behaart; Blattstiel 6-10 mm lang; Nebenblätter mit dem Blattstiel verwachsen, herzförmig, drüsig gezähnt
- Blüten** Blütezeit Anfang bis Ende März, vor dem Blattaustrieb; Kätzchen zylindrisch, aufrecht oder wenig gebogen, sitzend; 3-6 cm lang; Staubfäden 2, frei und kahl, ca. 3 mal so lang wie die Tragblätter; Fruchtknoten eikegelförmig, zusammengedrückt, kahl oder nur schwach behaart; Griffel deutlich erkennbar; Narben schmal-aufrecht, ungeteilt; Tragblätter schwarz-braun einfarbig, zuweilen nur am Grund weißlich, mit langer dichter Behaarung; 1 Nektarium
- Standorte** in nassen sandig-tonigen bis kiesigen Auengebüschen der Flüsse des Alpen-Vorlandes
- Verbreitung** (*Salicetum-elaegni*-Charakterart), im Saum von Gebirgsbächen und in feuchten Hochstaudengebüschen; im Tiefland nur an der Ostsee im Bereich der Dünen; als Bienenweide häufig angepflanzt und verwildert sekundär u. a. in Kiesgruben
- Häufigkeit** in Europa mit montaner bis subalpiner Verbreitung in den Alpen (bis 2400 m ansteigend), Vogesen, Schwarzwald, Pyrenäen, Oberitalien, Beskiden und Karpaten; desweiteren in Südostnorwegen; die var. *pomeranica* KOCH das Baltikum von Estland südwärts bis zum Oderhaff; im NO-deutschen Tiefland nur auf der Insel Usedom (Dünen bei Karlshagen) vermeintlich natürlich vorkommend



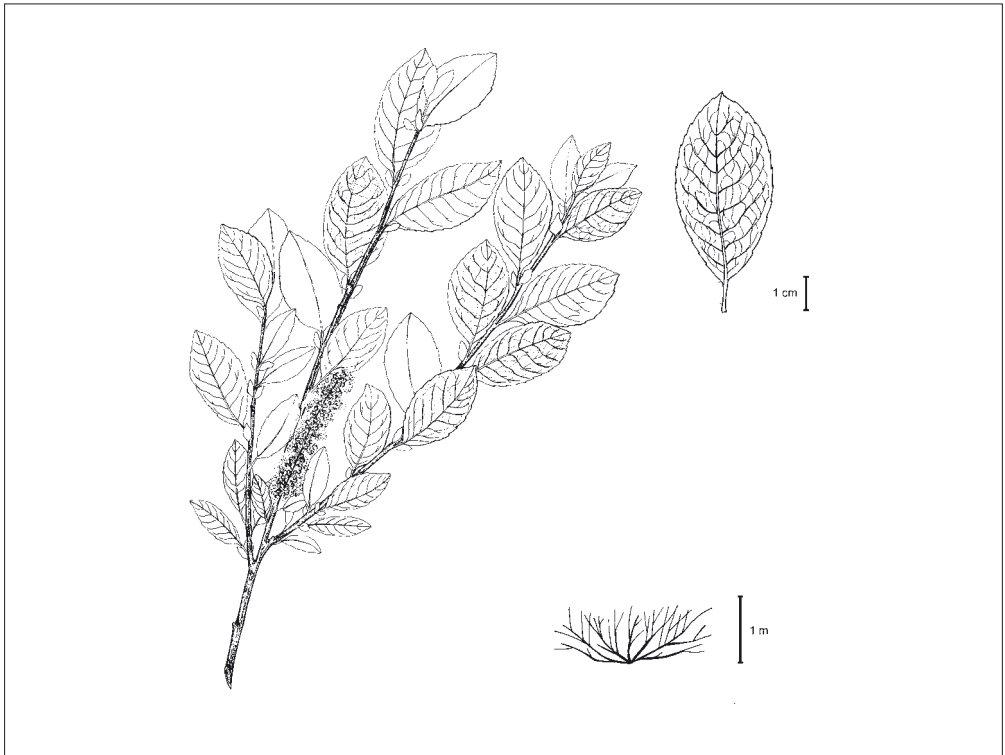
***Salix fragilis* L. Bruch-Weide**

- Habitus** in der Regel großer Baum, 15-(20) m hoch, ältere Äste senkrecht abstehend; Rinde alter Exemplare längsrissig, junge Zweige kahl und an der Basis leicht brüchig
- Zweige** lanzettlich mit lang ausgezogener (oft schwach gebogener) pfriemartiger Spitze, völlig kahl, 4-8 mal so lang wie breit, größte Blattbreite unterhalb der Mitte; Blattrand grob gesägt, Drüsen mehr in den Buchten der Zähne; Blattoberseite kräftig grün, glänzend; Blattunterseite heller, matt; Blattstiel 1-2 cm lang, mit einigen Drüsen; Nebenblätter meist nierenförmig, gesägt
- Blüten** Blütezeit Anfang - Mitte April, zusammen mit dem Blattaustrieb; männliche Kätzchen walzlich, 4-6 cm lang, 2 cm breit; weibliche Kätzchen länglich, 5-6 cm lang, bis 1 cm breit; Kätzchen ca. 1 cm lang gestielt; Staubfäden 2, frei, in der unteren Hälfte behaart; Fruchtknoten kahl, Narbenäste dick, seitwärts gebogen; Tragblätter einfarbig gelbgrün, gleichmäßig bärtig behaart; Nektarien 2
- Standorte** in sommerkühlen Gebieten, nährstoffreicher Standorte, an Fluß- und Bachufern, bis ins Mittelgebirge, Alno-Ulmion-Charakterart
- Verbreitung** in Mitteleuropa und Asien, vor allem im kontinentalen Klimabereich; in reiner Form (keine Bastardierung mit *Salix alba* L.) insbesondere an Mittelgebirgsstandorten (z.B. Harz) in Bach- und Flußauen regelmäßig verbreitet



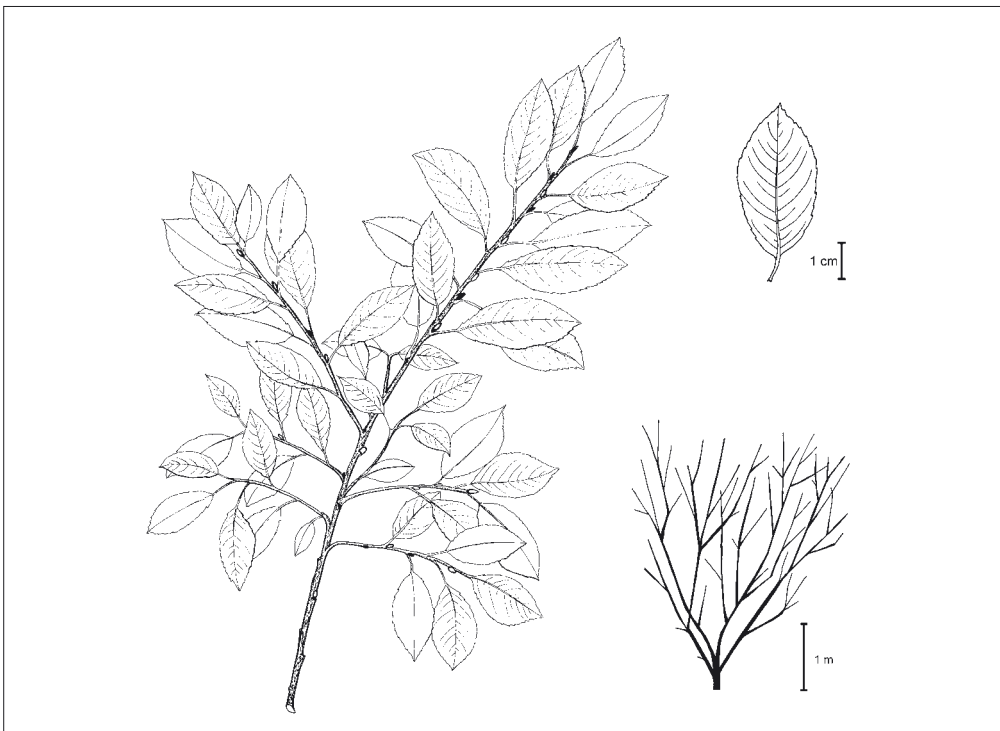
***Salix hastata* L. Spieß-Weide**

- Habitus** niedriger 0,5-1,5 m hoher dichtästiger Strauch mit ausladenden Zweigen und spießförmig aufsteigenden Langtrieben; Äste kahl, dunkelgrün bis dunkelbraun; jüngste Triebe kräftig zottig behaart
- Zweige**
- Blätter** verkehrt eiförmig bis breit elliptisch, 1,5-3,5 mal so lang wie breit, größte Blattbreite in oder kurz über der Mitte; nur junge Blätter schwach behaart, ausgewachsene Blätter beidseitig kahl und matt; Blattrand fein regelmäßig gesägt; Blätter oberseits dunkelgrün, unterseits graugrün, mit deutlich hervortretendem Mittelnerv und deutlich erkennbaren Seitennerven; Blattstiel 4-6 mm lang; Nebenblätter meist vorhanden, eilanzettlich zugespitzt, gesägt, an Langtrieben ca. 1,5 mal so lang wie der Blattstiel
- Blüten** Blütezeit Ende Mai - Anfang Juni, kurz vor oder gleichzeitig mit dem Laubaustrieb; männliche Kätzchen elliptisch bis 5 cm lang, ca. 1 cm lang gestielt, weibliche zylindrisch bis 8 cm lang, ca. 1 cm lang gestielt; Kätzchenstiel mit seidig behaarten lanzettlichen Stiellaubblättchen; Staubfäden 2, frei und kahl, ca. doppelt so lang wie die Tragblätter; Fruchtknoten kurz gestielt, kahl, aus eiförmigem Grund spitzkegelig in den Griffel verschmälert; Narben seitwärts gebogen, geteilt; Tragblätter rotbraun bis dunkelbraun, Spitze geringfügig dunkler, lang kraus behaart; 1 Nektarium
- Standorte** an quelligen, sumpfigen Hängen meist basenreicher und kalkhaltiger Lehmböden; in
- Verbreitung** Grünerlengebüsch (Alnetum viridis) sandig-kiesiger Alluvione der Gebirgsbäche und -flüsse; in Hochstaudengebüsch, Zwergstrauchheiden und feuchten Schuttquellfluren
- Häufigkeit** zirkumpolare Art mit einem subalpinen-subarktischen Verbreitungsschwerpunkt mit einem geschlossenen Areal von Skandinavien bis nach Nordrußland bzw. in den Alpen (bis 2500 m ansteigend), punktuell u. a. auch in den Pyrenäen, Sudeten und Karpaten; im Untersuchungsgebiet verschollen, einziger erwähnter Fundort im Südharz (als bedeutendes Glazialrelikt, var. *stolbergensis*) am Alten Stolberg bei Stempeda



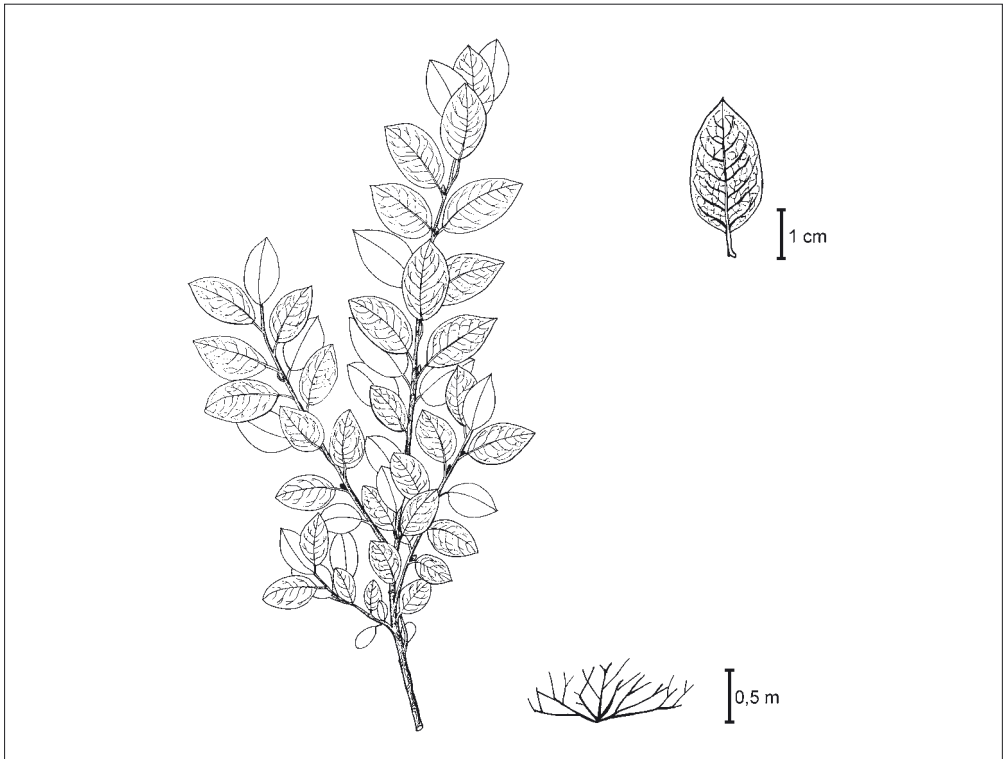
***Salix myrsinifolia* SALISB. (= *S. nigricans* SM.) Schwarz-Weide**

- Habitus** Großstrauch, 4 bis 6 m hoch, dicht verzweigt; Rinde grau, stellenweise längsrissig;
- Zweige** Zweige sehr variabel gefärbt, dunkelbraun bis grün, meist kurz samtig behaart
- Blätter** verkehrt eiförmig bis breit oder schmal elliptisch (sehr variabel), 1,5-3 mal so lang wie breit; größte Blattbreite kurz unterhalb bis kurz oberhalb der Mitte; Blattrand unregelmäßig gesägt; Blattoberseite dunkelgrün glänzend, schnell verkahlend, oft nur Mittelnerv bleibend behaart; Blattunterseite blau-grau schwach bereift, matt, mit auffallend grüner Blattspitze; unterseits auf den Nerven zerstreut behaart, oder kahl; Blattstiel bis 2 cm lang; Nebenblätter insbesondere an Langtrieben kräftig entwickelt, nierenförmig, grob gezähnt
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Anfang Mai, beginnend mit der Entfaltung der Blätter; Kätzchen eiförmig bis zylindrisch meist aufrecht stehend, männliche 2-3 cm lang, weibliche 3-5 cm lang; Kätzchenstiel bis 6 mm lang, mit meist 3 seidig-silbrig behaarten Stiellaubblättchen; Staubfäden 2, frei, am Grund behaart; Fruchtknoten eikegelförmig, meist kahl, selten behaart; gestielt, Stiel etwa halb so lang wie der Fruchtknoten und etwa so lang wie der Griffel; Narben zwei- bis vierspaltig; Tragblätter zweifarbig, oberer Teil braun bis schwarz, zerstreut lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf periodisch überschwemmten bis versumpften, meist kalkhaltigen Ton-, Sand- und Kiesböden, in Rieden, Kalkquellmooren, Bachtälern und an Bruchrändern; sekundär in aufgelassenen Kiesgruben; an Gebirgsflüssen als Mantelgebüsch der Grauerlen-Aue (*Salici-Viburnetum opuli*)
- Häufigkeit** von Schottland über Skandinavien, Baltikum und Nordrußland bis zum Ural ein geschlossenes Areal bildend, ebenso in den Alpen (bis 2400 m ansteigend) einschließlich des Alpenvorlandes und deren Vorgebirge; im NO-deutschen Tiefland zerstreut mit Reliktcharakter u.a. in Kalkquellmooren, sekundär immer häufiger in aufgelassenen Gruben, sowie im Oberharz bei Königshütte



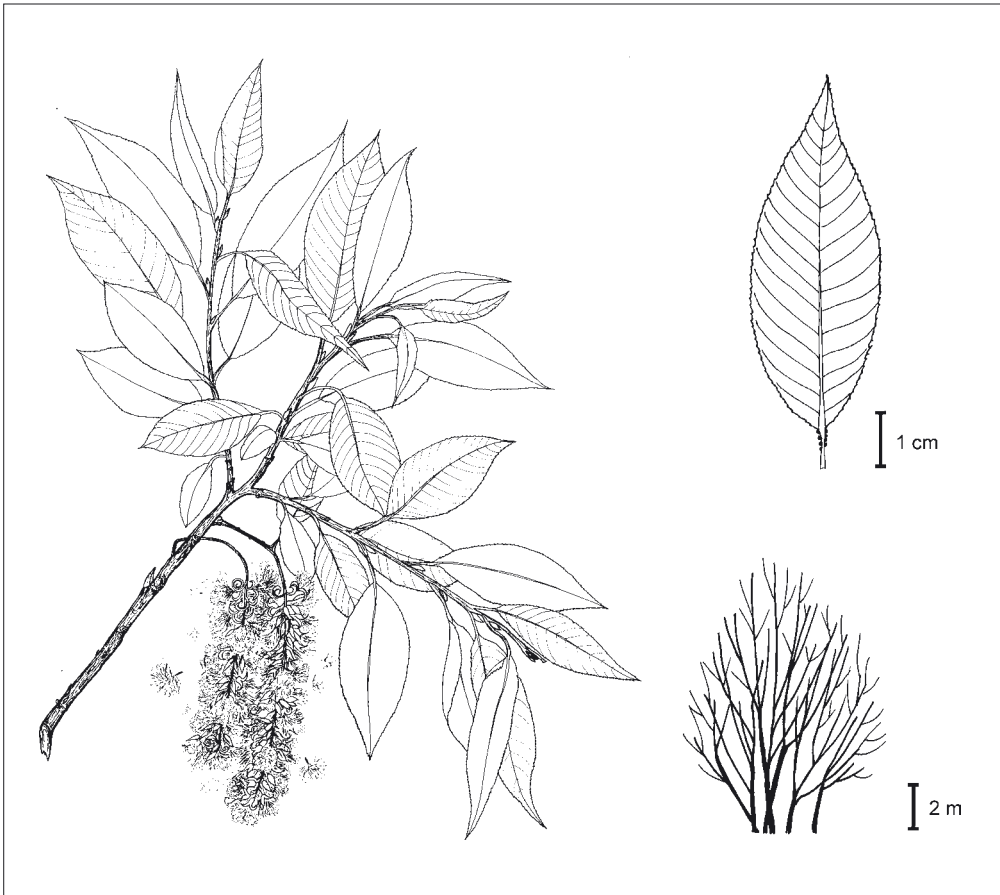
***Salix myrtilloides* L. Heidelbeerblättrige Weide**

- Habitus** Kleinstrauch, 0,3-0,6 m hoch, niedergedrückter Kriechstamm meist in *Sphagnum* wurzelnd, mit dünnen feinästig aufstrebenden Trieben; Zweige rotbraun bis braun, anfangs kurzhaarig, nach einem Jahr kahl und glänzend, dann mit sich teilweise ablösendem, hautartig-weißlich transparentem Bast
- Zweige**
- Blätter** rundlich oval bis eiförmig-elliptisch, 1,5-2,5 mal so lang wie breit, größte Blattbreite in der Mitte; Erstblätter schwach seidenhaarig, Sommerblätter völlig kahl; Blattrand ganzrandig; Blätter blaugrün, matt; unterseits durch starken Wachsüberzug heller erscheinend; Blattnervatur unterseits deutlich erkennbar, Winkel zwischen Mittelnerv und Seitennerven 50-70°; Blattstiel 3-5 mm lang, anfangs schwach behaart, schnell verkahlend; Nebenblätter fehlend
- Blüten** Blütezeit Ende April - Ende Mai, kurz vor dem Schieben der Blätter; Kätzchen zylindrisch, 2-3 cm lang; männliche Kätzchen ca. 1 cm, weibliche ca. 2 cm lang gestielt; Kätzchenstiel mit 4-6 Stiellaubblättchen; Staubfäden 2, frei und kahl, ca. 4 mal so lang wie die Tragblätter; Fruchtknoten kahl, auffallend lang (bis 5 mm) gestielt; Narben kurz, keulig, teilweise schwach vierstrahlig geteilt, purpurn; Tragblätter gelbgrün bis schwach bräunlich, mit rotbraunem Rand, spärlich behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf nassen und sauren Torfböden, in *Sphagnum*-Sumpfwiesen, Verlandungsschwinggrasen und Flach- bis Hochmooren
- Verbreitung**
- Häufigkeit** mit kontinental-borealem Schwerpunkt, vom nördlichen Skandinavien in östlicher Richtung bis nach Asien, südlich über das Baltikum und die Wisla bis zum Nordrand der Karpaten mit geschlossenem Areal, in Mitteleuropa als sehr seltenes Glazialrelikt im bayrischen Alpenvorland, in der Ostschweiz (Kanton St. Gallen), den Sudeten und in der Wartheniederung (Westpolen); im NO-deutschen Tiefland mit größter Wahrscheinlichkeit fehlend



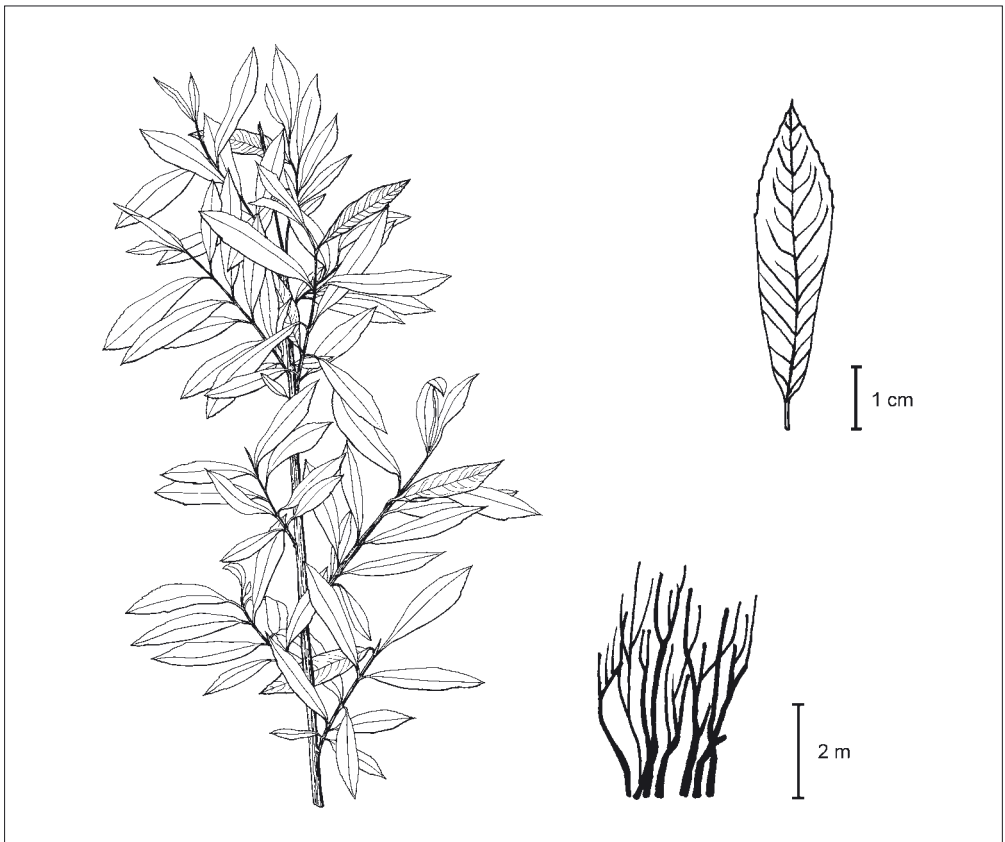
***Salix pentandra* L. Lorbeer-Weide**

- Habitus** meist mehrstämmiger Großstrauch oder Baum, bis 12 (15) m hoch; Rinde längsriszig;
- Zweige** Zweige rotbraun, stark glänzend, kahl
- Blätter** eiförmig-elliptisch, völlig kahl, 2-4 (6) mal so lang wie breit, größte Blattbreite in der Mitte; Blattoberseite kräftig grün, lackartig glänzend; Blattunterseite hellgrün, matt; Blatt-
rand fein drüsig gezähnt, Drüsen mehr an den Spitzen der Zähne, junge Drüsen klebriges, balsamartig duftendes Sekret ausscheidend; Blattstiel ca. 1 cm lang, am Blattansatz meist mit mehr als 10 Drüsen; Nebenblätter selten, gelegentlich nur an Langtrieben
- Blüten** Blütezeit Mitte Mai - Mitte Juni, deutlich nach dem Blattaustrieb (spätestblühende europäische Weide); Kätzchen zylindrisch, 2-4 cm lang, Kätzchenstiel 2-5 cm lang, nach der Reife hängend; Fruchtreife erst im Herbst, Fruchtstände verbleiben den Winter über an den Zweigen (weibliche Exemplare nach dem Laubfall weithin erkennbar); Staubfäden meist 5 (3-12), frei, am Grunde behaart; Fruchtknoten kahl, länglich in den Griffel verjüngt, Narbenäste spreizend, Abschnitte oft nochmals gabelig geteilt; Tragblätter einfarbig hell, im unteren Teil kurz kraus behaart, zur Spitze hin kahl; 2 Nektarien
- Standorte** in sommerkühlen Gebieten, sumpfige, mäßig nährstoffreiche Standorte, in Bruchwald-
Verbreitung gesellschaften und auf Flachmoorstandorten
- Häufigkeit** in gemäßigten Breiten Europas, bis ins nördliche Europa und Asien, häufig in montanen Lagen, in den Alpen bis 2400 m ansteigend; im NO-deutschen Tiefland zerstreut vorkommend, gebietsweise völlig fehlend



***Salix purpurea* L. Purpur-Weide**

- Habitus** Strauch 1-6 m hoch, dicht buschig, oft schlanker, besenförmiger Wuchs; Äste aufrecht;
Zweige Zweige dünn, zäh und biegsam, gelblich-braun bis rötlich-purpurn, kahl, jüngste Triebe
gelegentlich schwach behaart
- Blätter** schmal-zungenförmig, (3) 5-10 mal so lang wie breit; größte Blattbreite oberhalb der
Mitte; Blatt meist nur oberhalb der Mitte gezähnt, sonst ganzrandig; sehr kurz gestielt;
Blätter vorrangig am Triebgrund von Kurztrieben gegenständig; Blattoberseite bläu-
lichgrün-dunkelgrün, Unterseite blaugrün-graugrün; Sommerblätter kahl, Nebenblät-
ter fehlend
- Blüten** Blütezeit Ende März - Mitte April, zusammen mit dem Blattaustrieb; Kätzchen läng-
lich-zylindrisch, sitzend, oft gekrümmt, teils gegenständig; Staubfäden 2, bis zu den
Staubbeutel hin verwachsen, daher scheinbar ein Staubfaden mit 4 Antheren, diese
vor der Blüte purpurn; Fruchtknoten gedrunen eiförmig, dicht behaart, Narbe fast
sitzend; Tragblätter deutlich zweifarbig, bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf wechselfeuchten, weniger nährstoffreichen Standorten, auf Kies- und Sandbänken
Verbreitung von Bächen und Flüssen, in Auengebüschen, vornehmlich sekundär in Ausstichen und
Kiesgruben
- Häufigkeit** in Mittel-, Süd-, und Osteuropa, insbesondere in den Flußniederungen des Tieflandes
und der Mittel- und Vorgebirge stellenweise verbreitet; wird im Gebiet in die Unterar-
ten *S. purpurea* ssp. *purpurea* L. und *S. purpurea* ssp. *lambertiana* (SM.) KOCH geglie-
dert, bei letzterer geht die Zähnung teilweise bis zum Blattgrund, der breiter abgerun-
det ist



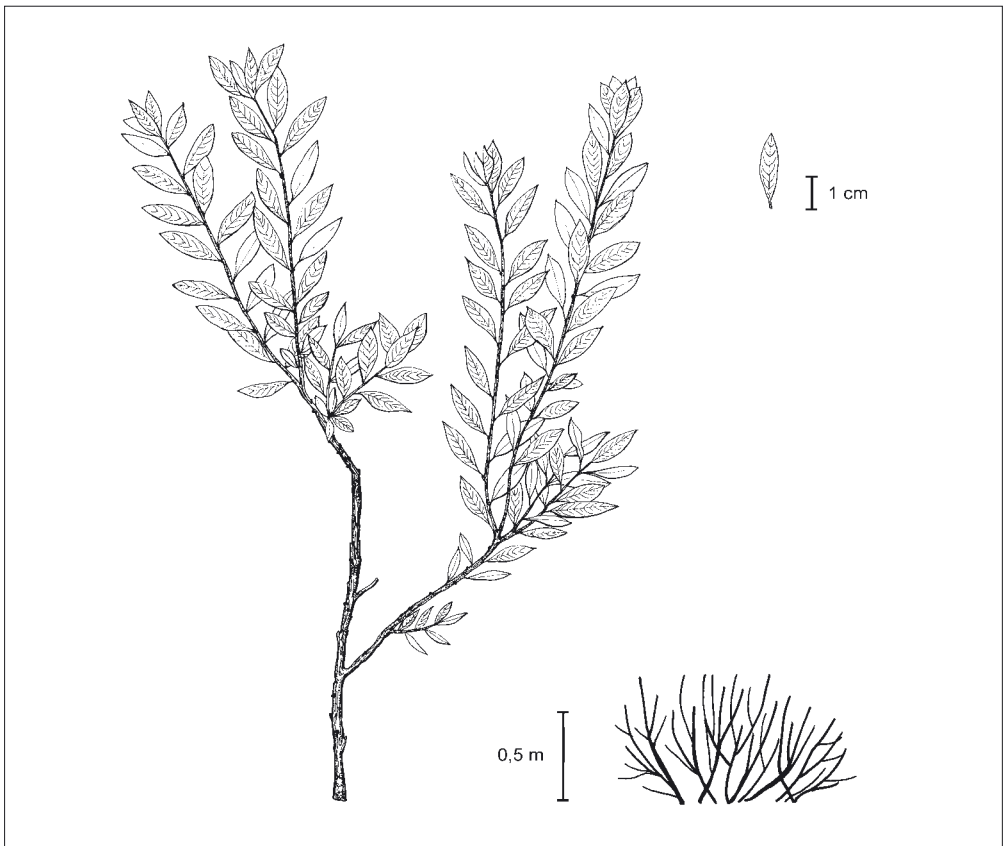
***Salix repens* L. ssp. *argentea* (SM.) CAMUS Sand-Kriechweide**

- Habitus** Kleinstrauch, 0,1-0,9 m hoch, bei Beschattung durch andere Gehölze bis über 2 m hoch werdend; mit unterirdischem Kriechstamm, Polykormone bildend; flächig-kriechend auf Weiß-(Grau-)dünen; dicht verzweigt; Übersanden löst protziges Wachstum aus; Zweige bogig aufsteigend; junge Zweige und Knospen rotbraun mit feiner samtartiger grau-filziger Behaarung
- Blätter** oval; 1,5-2 mal so lang wie breit, mit größter Breite in der Blattmitte, kurze Blattspitze deutlich nach unten gebogen; Blattoberseite bleibend behaart (an Sommerblättern meist nur noch zerstreut behaart); Unterseite dicht anliegend behaart, silbrig glänzend und samtig; Blattrand schwach nach unten eingerollt, nur mit einzelnen zerstreuten Zähnen; Blätter mit 4-6 Seitennervenpaaren; Nebenblätter meist vorhanden, an Kurztrieben jedoch sehr klein
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Anfang Mai, mit dem Schieben der Blätter; Kätzchen kurzoval, bis 2 cm lang; Stiel 2-4 mm lang, mit 5-7 Stiellaubblättchen; Staubfäden 2, frei, nur am Grund behaart oder ganz kahl; Fruchtknoten dicht grau-silbrig behaart; Narben meist zweistrahlig, hellgrün bis gelbgrün; Tragblätter zweifarbig, Spitze dunkelbraun, unterer Teil hellgrün, bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** in Dünen, Verbandscharakterart der Dünenweidengebüsche; auf sandigen dünenähnlichen Standorten im Binnenland
- Verbreitung** in Dünen, Verbandscharakterart der Dünenweidengebüsche; auf sandigen dünenähnlichen Standorten im Binnenland
- Häufigkeit** Unterart löst *S. repens* L. ssp. *repens* in den Küstengebieten des Atlantik bzw. der Nord- und Ostsee ab; verbreitet im Küstengebiet auf naturbelassenen Dünen; zum Binnenland hin abnehmend mit Reliktcharakter, südlichste Standorte in der Lausitz



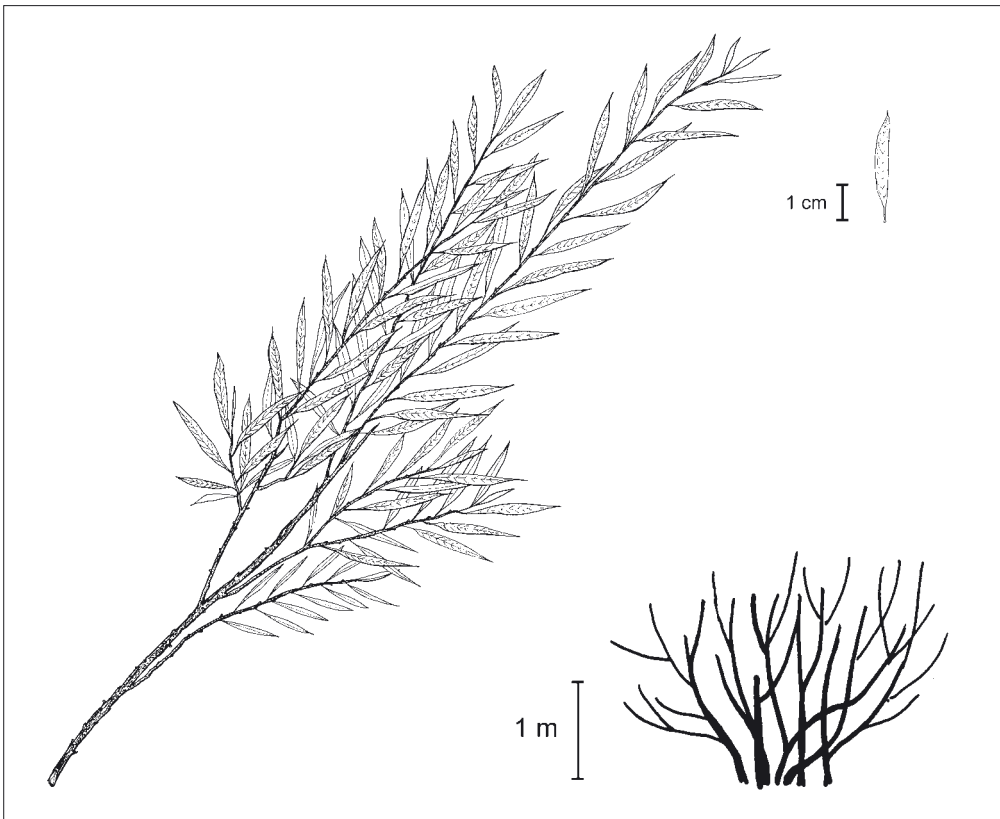
Salix repens* L. ssp. *repens **Echte Kriechweide**

- Habitus** Kleinstrauch, 0,2-1,3 m hoch, bei sehr starker Beschattung auch bis 2 m; niedrig-buschig; mit unterirdischem Kriechstamm, demzufolge ältere Sträucher bis 4 m breite Polykormone bildend; Äste senkrecht bis bogig aufsteigend; junge Zweige dunkelrot-braun bis gelblich-grün, schnell verkahlend
- Zweige**
- Blätter** oval bis lanzettlich; 2-3 (4) mal so lang wie breit; mit größter Breite in der Blattmitte, Blätter kurz zugespitzt; junge Blätter insbesondere unterseits anliegend behaart; Blattoberseite schwach glänzend, bei Sommerblättern kahl; Blattrand schwach nach unten eingerollt, nur mit einzelnen zerstreuten Zähnen; Blätter mit 6-8 deutlich erkennbaren Seitennervenpaaren; Nebenblätter oft fehlend, wenn vorhanden dann nur an Langtrieben schmal und sehr klein
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Anfang Mai, mit dem Schieben der Blätter; Kätzchen kurzkegelig bis oval; bis 2 cm lang, sehr kurz gestielt, mit 3-5 Stielaubblättchen; Staubfäden 2, frei, im unteren Drittel behaart; Fruchtknoten kurzhaarig; Narben meist vierstrahlig, weißlich bis hellgrün; Tragblätter zweifarbig, Spitze meist dunkelpurpurn bis dunkelbraun, unterer Teil hellgrün, kurz bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** atlantisch geprägte Unterart auf wechselfeuchten, zeitweilig staunassen nährstoffarmen
- Verbreitung** weniger basischen Standorten, auf Streuwiesen, Flachmooren, Magerweiden, Molinion-Verbandscharakterart
- Häufigkeit** in West- und Mitteleuropa vorkommend, Ostgrenze entlang der Oder; im Mittelmeergebiet und im nördlichen Skandinavien fehlend; zerstreut im Untersuchungsgebiet vorkommend



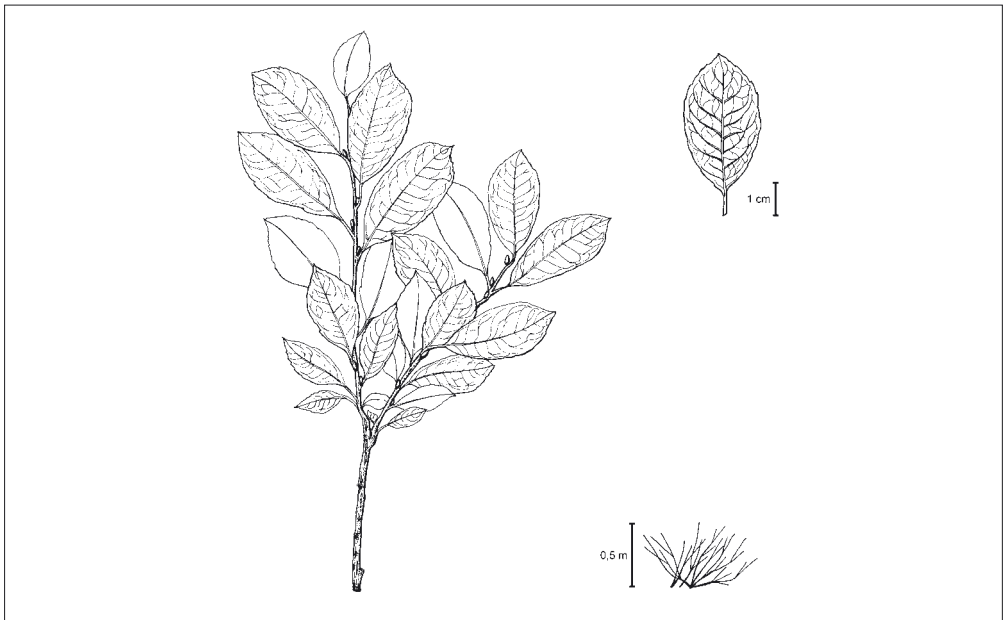
***Salix repens* L. ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK. Rosmarin-Kriechweide**

- Habitus** Kleinstrauch, 0,4-1,8 m hoch, bei Beschattung durch andere Gehölze 2-3 m hoch werdend; mit unterirdischem Kriechstamm, Polykormone bildend, meist vieltriebig; aufstrebend-aufrechter Wuchs mit feingliedriger Verzweigung; junge Zweige dünn und grazil, gelblich-grün bis rotbraun, kurz anliegend behaart, verkahlend
- Zweige**
- Blätter** länglich lanzettlich bis lanzettlich; 3-9 mal so lang wie breit, mit größter Breite in oder unterhalb der Blattmitte, kurz und gerade zugespitzt; Blattoberseite anliegend kurzhaarig, meist verkahlend; Blattunterseite anliegend glänzend behaart, Mittelnerv deutlich hervortretend; Blattrand schwach nach unten umgebogen mit einzelnen Zähnen; Blätter mit 9-12 (14) deutlich erkennbaren Seitennervenpaaren; Nebenblätter meist fehlend oder nur sehr schwach entwickelt
- Blüten** Blütezeit Anfang April - Ende April, mit dem Schieben der Blätter; Kätzchen oval; 0,8-1,5 cm lang, 1-3 mm gestielt, vor dem Blühbeginn von 2-5, meist 3, Stiellaubblättchen krallenartig umschlossen; Staubfäden 2, frei und kahl; Fruchtknoten kurzhaarig, 1-2 mm lang gestielt; Narben zwei- bis vierstrahlig, kräftig rot bis dunkelrot, später braun; Tragblätter zweifarbig, oberer Teil meist dunkelbraun, unterer hellgrün mit purpurner Punktierung, bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** kontinentale Unterart auf wechselfeuchten, zeitweilig staunassen nährstoffarmen mehr basischen Standorten, auf Streuwiesen, Flachmooren, Magerweiden, Molinion-Verbandscharakterart
- Verbreitung**
- Häufigkeit** in Mittel- und Osteuropa bis nach Asien vorkommend, Westgrenze von der Ostseeküste durch das mitteleuropäische Tiefland in südwestlicher Richtung bis zu den Alpen; im Untersuchungsgebiet zerstreut, insbesondere im östlichen Brandenburg



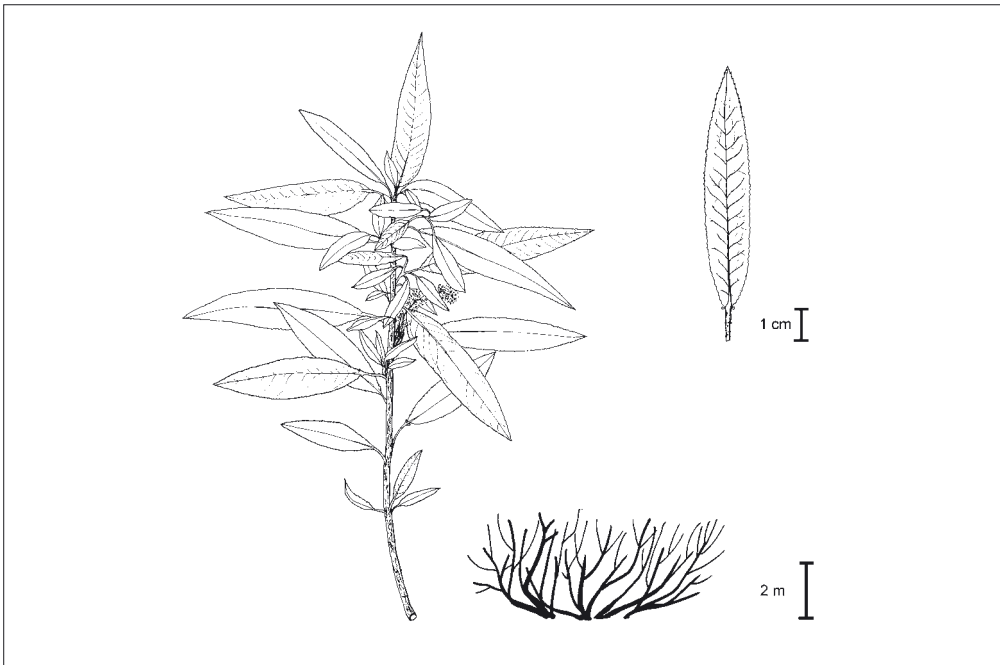
***Salix starkeana* WILLD. Bleiche Weide**

- Habitus** Kleinstrauch, 0,2-0,5 (1) m hoch, flach am Boden kriechend, mit aufsteigenden dünnen Ästen, dicht verzweigt, junge Triebe schwach flaumig behaart, Zweige gelblich-braun bis rotbraun, meist kahl und glänzend
- Zweige** Ästen, dicht verzweigt, junge Triebe schwach flaumig behaart, Zweige gelblich-braun bis rotbraun, meist kahl und glänzend
- Blätter** breit elliptisch bis verkehrt eiförmig; 1,5-2,5 mal so lang wie breit, mit größter Blattbreite oberhalb der Mitte; kurz zugespitzt, zum Blattgrund hin allmählich verschmälert; Blattrand wellig gekerbt bis unregelmäßig gezähnt, unterhalb der Blattmitte meist ganzrandig; Blattoberseite anfangs zerstreut behaart, später kahl, dunkelgrün glänzend; Blattunterseite matt graugrün, kahl, unter der Lupe fein punktiert erscheinend; Blätter mit 6-8 deutlich hervortretenden Seitennerven, Mittelnerv hell; Nervennetz oberseits flach, nicht eingesenkt erscheinend; Nebenblätter insbesondere an Langtrieben kräftig entwickelt, nierenförmig, grob gezähnt
- Blüten** Blütezeit Mitte April - Mitte Mai, kurz vor dem Blattaustrieb; Kätzchen zylindrisch, lockerblütig und aufrecht stehend; 1,5-3 cm lang, 0,5-1 cm im Durchmesser, Kätzchenstiel 1-2 cm lang, behaart, mit 3-5 Stiellaubblättchen; Staubfäden 2, frei, nur am Grund mit einzelnen Haaren; Fruchtknoten eikegelförmig, kurz-graufilzig behaart, Fruchtknotenstiel so lang wie der Fruchtknoten; Narben gabelig, bis zur Mitte vierteilig; Tragblätter gelblich bis hellbraun, Spitze gelegentlich etwas dunkler, Tragblattrand lang gebärtet; 1 Nektarium
- Standorte** auf nährstoffarmen, meist auf basenarmen Torfböden in kontinentalen, sommerkühlen und winterkalten Gebieten; in moorigen Zwergstrauchgesellschaften und Magerrasen
- Verbreitung** (Borstgras-, Drahtschmielen- oder Pfeifengraswiesen), Charakterart des *Salici starkeanae-Nardetums*; als Eiszeitrelikt in Birkenrieden, Moorbrüchen und Zwischenmoorgesellschaften
- Häufigkeit** von Skandinavien ostwärts bis zum Ural und im gesamten asiatischen Taigagebiet, nach Norden über dem 65. Breitengrad durch *S. xerophila* FLOD. vertreten, südwärts über das ehemalige Ostpreußen bis nach Schlesien; Reliktvorkommen in der Schwäbischen Alb; zerstreute Vorkommen in der Niederlausitz (Dolzig), Westpreußen und bei Posen wurden aktuell bislang nicht wieder bestätigt; im NO-deutschen Tiefland verschollen (nur ein historischer Fund in Oderberg; SCHULZ 1922)



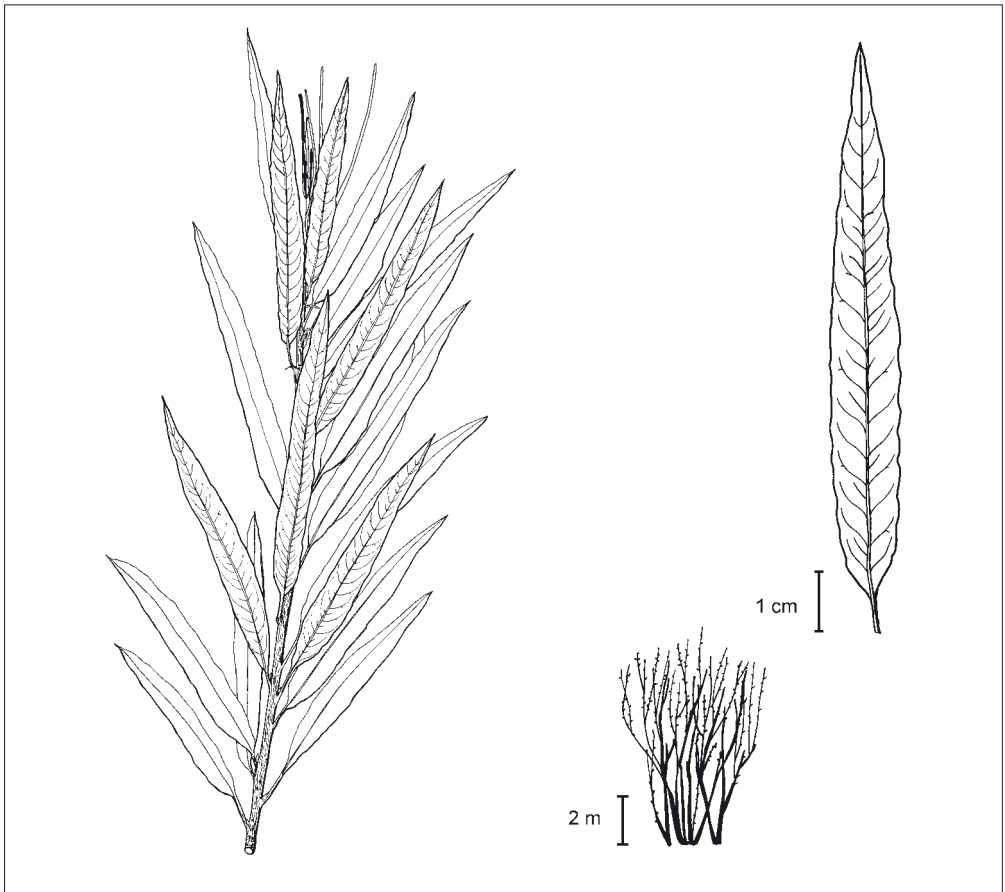
***Salix triandra* L. Mandel-Weide**

- Habitus** Strauch breit ausladend, 2-4 (7) m hoch; Äste krumm, alte Exemplare oft auseinanderbrechend; Rinde älterer Äste sich in Fetzen schuppig ablösend, junge Rinde zimtbraun; junge Triebe gelbgrün bis bräunlich, kahl oder schnell verkahlend
- Zweige**
- Blätter** lanzettlich, nur jung unterseits schwach behaart, 3-5 (7) mal so lang wie breit; Blattgrund halbkreisförmig zusammengezogen, vorn zugespitzt; größte Blattbreite in der Mitte oder kurz unter der Mitte, Blattrand fein drüsig gezähnt; an der Blattbasis zwei, mehr (ssp. *triandra*) oder weniger (ssp. *discolor*) stiftförmige Petiolardrüsen; Blattoberseite glänzend, grün; Blattunterseite nur wenig heller als Oberseite und schwach glänzend, Blattstiel ca. 10 % der Spreitenlänge (ssp. *triandra*); Unterseite mit bleichem Wachsüberzug, blau-grau, matt, Blattstiel ca. 20 % der Spreitenlänge (ssp. *discolor*); Nebenblätter nierenförmig, meist vorhanden
- Blüten** Blütezeit Anfang April - Mitte Mai, zusammen mit der Blattform; Kätzchen zylindrisch schlank, meist aufrecht stehend, 4-8 cm lang, 0,5-1 cm im Durchmesser, insbesondere die weiblichen sehr schmal; Kätzchenstiel 2-5 cm lang; Staubfäden 3, frei, bis zur Mitte locker behaart; Fruchtknoten spindelförmig, kahl und deutlich gestielt; Narbenäste dick, seitwärts gebogen; Tragblätter einfarbig, hellgrün, am Grund kurz kraus behaart, zur Spitze verkahlend; männliche Blüten mit 2 Nektarien, weibliche mit einem Nektarium
- Standorte** an Flußufern auf den Anschlickungen, an krautreichen Bachufern und an Altwässern
- Verbreitung** (ssp. *triandra*); an sandigen, kiesigen Uferbänken, mehr in lufttrockenen Gegenden (ssp. *discolor*); Salicetum-triandrae-Charakterart
- Häufigkeit** in fast ganz Europa bis nach Asien, fehlt im Norden und äußersten Südwesten Europas; insbesondere in den Flußniederungen des Tieflandes häufig, der Mittel- und Vorgebirge zerstreut; bei *S. triandra* ist im Gebiet von zwei geographischen Rassen auszugehen, welche in der Regel als Unterarten angegeben werden; ssp. *triandra* mehr im atlantisch geprägten Klima und ssp. *discolor* mehr im kontinentalen Klima und im Vorgebirge



***Salix viminalis* L. Korb-Weide**

- Habitus** Strauch 2-7 (10) m hoch, selten baumförmig, Äste und Zweige aufrecht-abstehend; Rinde alter Exemplare längsrissig, Zweige gelblich-grau bis graubraun, junge Zweige samtig behaart, später verkahlend
- Zweige**
- Blätter** schmal-lanzettlich, 6-20 mal so lang wie breit; größte Blattbreite unterhalb der Mitte; oberseits dunkelgrün, schwach glänzend, Mittelnerv eingesenkt; unterseits in Richtung der Seitennerven kurze dicht anliegende Behaarung, Mittelnerv hier stark hervortretend; Blattrand wellig, auch in frischem Zustand nach unten umgerollt, vereinzelt unauffällig drüsig gezähnt; Blattstiel bis 1 cm lang; Nebenblätter meist fehlend, wenn vorhanden (an Langtrieben) meist sehr klein
- Blüten** Blütezeit Ende März - Mitte April, zusammen mit dem Blattaustrieb oder auch etwas vorlaufend; Kätzchen zylindrisch, 3-4 cm lang, bis 1 cm lang gestielt, vor dem Aufblühen dicht seidig behaart, an gebogenen Zweigen auffällig aufrecht stehend; Staubfäden 2, kahl und nicht verwachsen; Fruchtknoten eiförmig, dicht behaart; Griffel sehr lang (bis 5 mm); Narben fadenförmig, deutlich zweiästig, spreizend; Tragblätter zweifarbig und lang bärtig behaart; 1 Nektarium
- Standorte** auf nassen, nährstoffreichen Sand- und Schlickböden, in Auengebüschen, an Bach- und
- Verbreitung** Flußufern
- Häufigkeit** in Mittel- und Osteuropa bis nach Asien; in Nord- und Südeuropa, einschließlich der Alpen fehlend; häufig in den Flußniederungen des Tieflandes



3.2 Morphologische Mannigfaltigkeit (Variabilität) innerhalb der Gattung *Salix*, dargestellt am Beispiel des *Salix-repens*-Komplexes

Für den mittel- und nordeuropäischen Raum wurde *Salix repens* in die drei Arten *S. repens*, *S. rosmarinifolia* und *S. arenaria* untergliedert FLODERUS (1931), HESS et al. (1976), LID (1987). Eine eindeutige Abgrenzung dieser Sippen scheiterte häufig an dem Auftreten verschiedener Zwischenformen. Deshalb erachtet QUINGER (1993) eine Klassifizierung als Unterarten für sinnvoller. Für diese Arbeit werden in Anlehnung an SKVORTSOV (1990) *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK. und *S. repens* L. ssp. *repens* als Unterarten gegliedert. Im Gegensatz zu SKVORTSOV (1990), welcher die Dünenform als Varietät von ssp. *repens* ausscheidet, wird im Rahmen der Untersuchungen diese gleichfalls als Unterart *S. repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS betrachtet.

Salix repens L. ssp. *repens* kommt als west- und mitteleuropäische Unterart im atlantisch geprägten Klimabereich vor, während *S. repens* L. ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK. von Osteuropa bis nach Ostasien im kontinentalen Klima beheimatet ist (RECHINGER 1964). Die Grenze zwischen den beiden Unterarten zieht sich von der Ostseeküste in südlicher Richtung bis zu den Alpen. Das nordostdeutsche Tiefland zwischen Elbe und Oder bildet jedoch das Überschneidungsgebiet beider Arten (JALAS & SUOMINEN 1976). Deshalb wurde anhand von Blatt- und gegebenenfalls auch an Blütenmerkmalen versucht, die gefundenen Exemplare im Untersuchungsgebiet einer Unterart zuzuordnen.

Bei der Verbreitung von *S. repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS wurden die Küstenvorkommen (Ostsee) grundsätzlich zu dieser Unterart gestellt. In Anlehnung an NEUMANN (1955) und HESS et al. (1976) wurden Vorkommen im Binnenland, vorrangig auf armen Sandstandorten, welche die morphologische Merkmalsausprägung wie die Küstenformen zeigten, dieser Unterart zugeordnet. Die Individuen der jeweiligen Vorkommen (Küste bzw. Binnenland) wurden in der Merkmalsfassung gesondert betrachtet.

Die erfaßten morphologischen Merkmale wurden im *Salix-repens*-Komplex nach vier Merkmalsgruppen (Habitus, Zweige, Knospen und Blätter) bewertet.

3.2.1 Habitus

Salix repens s. l. hat einen unterirdischen Kriechstamm mit meist bogig bis straff aufsteigenden, aber auch teilweise niederliegenden Ästen. Die Sträucher werden 0,3 bis 1 m, selten bis 2,5 m hoch.

Die Wuchsform variiert zwischen den Standorten, aber auch zwischen den Unterarten erheblich. Auf annähernd gleichen Standorten gibt es Unterschiede.

Insbesondere durch Anpassungsverhalten und natürliche Selektion haben sich bestimmte Standortmodifikationen herausgebildet. So entwickeln sich auf Granitgeröll, z.B. der Nordspitze Bornholms (Hameren) und auf dem Brocken im Harz, niederliegende, kriechende Exemplare mit weniger als 20 cm Wuchshöhe. Die auf Gestein liegenden, kriechenden Äste sind jedoch oft mehr als 1 m lang. Bewurzelte Stecklinge solcher Pflanzen zeigen im Versuchsgarten auch nach 3 bis 4 Jahren noch das gleiche Wuchsverhalten.

Salix repens ssp. *argentea* wächst aus feuchten Dünentälchen, den Sand fangend, mit ansteigenden Dünen aufrecht, oft dicht-buschig, empor und breitet sich anschließend flächig-kriechend auf dem so entstandenen Dünenrücken aus. Zwischenzeitlich völliges Übersanden löst ein üppiges, teilweise protziges Wachstum aus. Der in der Düne eingesandete Stamm bleibt am Leben und sorgt für Wasserversorgung aus dem ehemaligen Dünentälchen. Die ermittelte durchschnittliche Wuchshöhe der Individuen in den Küstendünen beträgt 0,59 m.

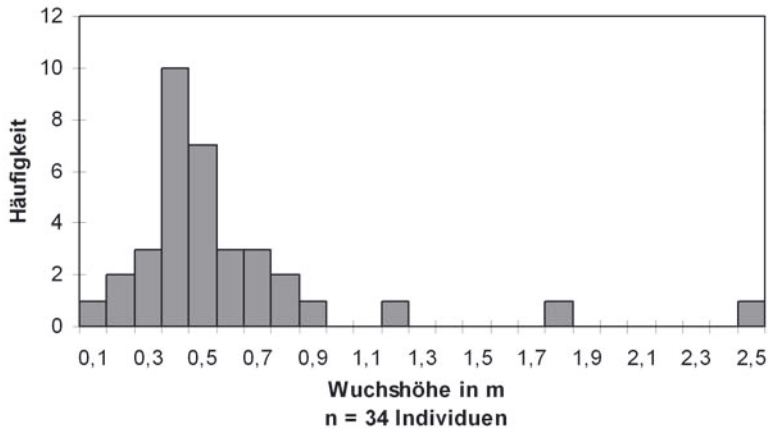


Abb. 6: Wuchshöhenverteilung bei *S. repens* ssp. *argentea* (Küstenvorkommen).

Im Übergangsbereich zwischen Weiß- und Graudüne, die vorrangig von dieser Unterart besiedelt wird, wurden Exemplare mit Höhen über 1 m nicht beobachtet. Dagegen fanden sich im Bereich des lockeren Silbergras-Kieferntrockenwaldes (Kiefern-pionierbestand) Individuen von 1,2 bis 2,5 m Höhe (Abb. 6). Im Binnenland nehmen sehr alte Exemplare (über 50 Jahre) dieser Unterart durch den unterirdischen Kriechstamm einen sehr großen Wuchsraum von oft über 10 m² ein.

Diese Exemplare sind meist sehr flach-buschig mit dünnen bogig aufsteigenden Ästen und im Durchschnitt ca. 5 cm niedriger als die Vorkommen an der Küste.

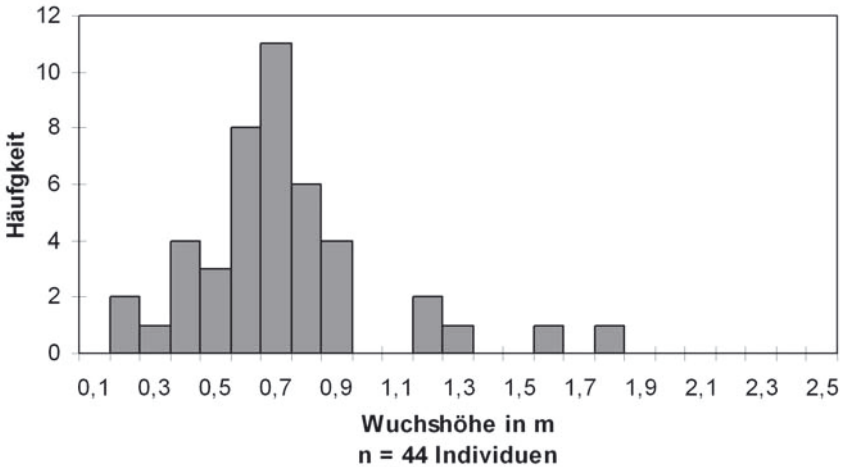
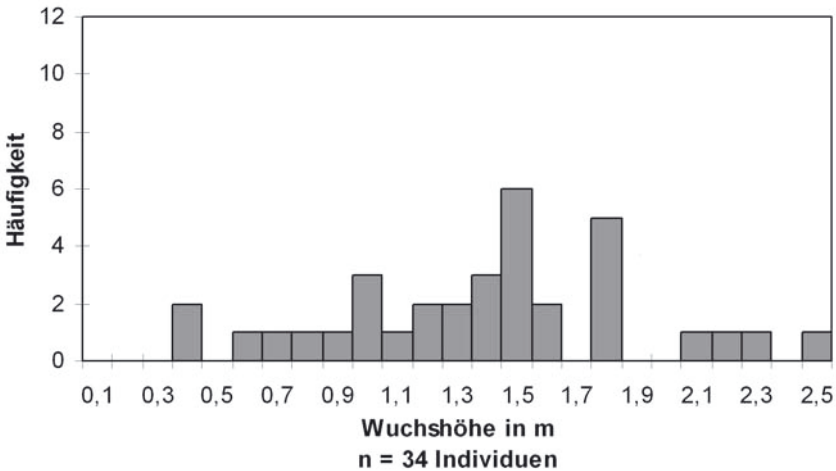
Salix repens ssp. *repens* bildet meist auf Feuchtwiesen nährstoffarmer Standorte (Pfeifengras-Wiesen) einen niedrig-buschigen Habitus aus. Die Sträucher sind oft mehrtriebzig. In der Regel bestehen die Exemplare aus 5 bis 20 Trieben. Die auf diesen Wiesen traditionell durchgeführte einschürige Mahd wird durch den unterirdischen Kriechstamm sehr gut toleriert. Im Folgejahr treiben die Sträucher mit kräftigen bogig aufstrebenden Trieben neu aus. Für diese Unterart wurde eine durchschnittliche Höhe von 0,72 m ermittelt. Exemplare von bis zu 1,8 m Höhe sind vorrangig auf eutrophierten, ehemals nährstoffarmen Standorten zu finden (Abb. 7). Diese Vorkommen werden zunehmend von Brennessel-Grauweiden-Gebüsch geprägt.

Salix repens ssp. *rosmarinifolia* besiedelt ähnliche Standorte wie die vorgenannte Unterart. Die Wuchsform ist eher aufstrebend-aufrecht mit feiner netzartiger Verzweigung. Ältere Exemplare sind meist viel-, (10 bis) 30 bis 50- triebzig. Mit einer durchschnittlichen Höhe von 1,40 m ist sie im Wuchs die größte Unterart. Bei Verbuschung (Pionierwaldstadien) wurden Individuen mit Höhen von 1,8 bis 2,5 m gemessen (Abb. 8).

Durch andauernden akuten Lichtmangel sterben diese Exemplare ab bzw. überdauern in Bestandslücken oder am Rand von Gebüschkomplexen, insbesondere Grauweidengebüsch.

Bei *S. repens* s. l. wurden bei optimalen Lichtverhältnissen selten Strauchhöhen von mehr als 1,5 m gemessen. Auf Standorten mit geringer oder fehlender Konkurrenz durch die übrige Vegetation haben sich extrem niedrige, flach kriechende Ökotypen herausgebildet.

Im Vergleich der Wuchshöhen der Unterarten existieren zwischen der Küsten- und Binnenform von *S. repens* ssp. *argentea* keine Unterschiede. Ebenso ist zwischen *S. repens* ssp.

Abb. 7: Wuchshöhenverteilung bei *S. repens* ssp. *repens*.Abb. 8: Wuchshöhenverteilung bei *S. repens* ssp. *rosmarinifolia*.

argentea und *S. repens* ssp. *repens* kaum ein Unterschied erkennbar. Jedoch gibt es von beiden genannten Unterarten zu *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* einen deutlichen Unterschied in der Wuchshöhenverteilung. Dieser Parameter eignet sich bedingt zur taxonomischen Abgrenzung von *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* gegenüber den anderen Unterarten.

3.2.2 Zweige

Neben dem teilweise unterschiedlichen Wuchs der Unterarten wurde versucht, anhand der Farbe und Behaarung der bis 2-jährigen Zweige, Unterschiede zwischen den Unterarten festzustellen.

Salix repens ssp. *argentea* bildet meist bogig aufsteigende Zweige aus. Die bis einjährigen Triebe sind schwach bis seidig-graufilzig behaart. Bei Schattentrieben ist die Behaarung meist schwächer ausgebildet. An der Küste, wie auch im Binnenland, variierte die Stärke der

Behaarung von Jungtrieben jeweils an einem Standort zwischen verschiedenen Individuen oft erheblich. Mit zunehmendem Alter der Zweige war ein Verkahlen zu beobachten. Zweijährige Zweige waren schon völlig kahl. Junge Triebe sind in der Regel dunkelbraun, dunkelgrau bis rötlich-braun. Die ein- bis zweijährigen Zweige sind meist braun, oft auch rötlich bis grau. Auf der Zweigunterseite (Schattenseite) dominieren in der Regel hellere, meist ins Grünliche gehende Farbnuancen.

Salix repens ssp. *repens* hat oft senkrecht aufstrebende Langtriebe, aber auch in einem Winkel von ca. 45° bis 75° abstehende Seitentriebe (Kurztriebe). Bei Exemplaren mit kriechendem Wuchs streben die Jungtriebe senkrecht auf. Die bis ca. ein Jahr alten Zweige sind in der Regel ohne große Variabilität, abstehend schwach seidig behaart. Nach dem ersten Jahr verkahlen die Zweige sehr schnell. Die Farbe der bis einjährigen Zweige ist sehr variabel und reicht von zitronengelb über gelb-grün, rötlich-orange, bis zu dunkelrot. Ältere Zweige sind braungelb oder rotbraun meist aber graubraun. Die Zweigunterseiten sind oft grünlich.

Salix repens ssp. *rosmarinifolia* besitzt einen, einschließlich der Seitentriebe, aufrecht aufstrebenden Wuchs. Die Jungtriebe sind im Durchmesser sehr dünn und wirken sehr grazil. Die Zweige bleiben bis zum Alter von ca. einem Jahr kurz behaart. Die Haare sind größtenteils anliegend und grau. In der Farbe der jungen Triebe dominieren gelbe bis grüne Farbtöne. Jedoch wurden auch Exemplare mit rötlich-gelben über rötliche bis zu rotbraunen Trieben beobachtet. Ältere Zweige werden in der Farbgebung dunkler, von gelbbraun bis zu grauschwarz.

Aufgrund einer sehr großen Variabilität innerhalb der Unterarten eignet sich dieser Merkmalskomplex wenig zur Charakterisierung der Unterarten.

3.2.3 Knospen

Die Knospenmerkmale stehen in einer engen Beziehung mit den Merkmalsausprägungen der Zweige. Auch Untersuchungen von NEUMANN (1981) weisen darauf hin, daß Knospenfarbe und -behaarung im Einklang mit der Zweigfarbe stehen. Die Knospen sind jedoch immer geringfügig dunkler als die Zweige. Zur Knospenform trifft er die Aussage: "Je schlanker und spitzer die Knospe, um so mehr liegt sie dem Zweig an."

Salix repens ssp. *argentea* zeigt eine breite Variabilität in der Ausprägung der Knospen. Individuen mit geringer Zweigbehaarung haben eine rundliche bis kugelige, volle Knospenform. Die Knospen sind meist rot bis leuchtend rot gefärbt und glänzen. Exemplare mit stärker behaarten Zweigen haben länglich ovale bis eiförmige, allmählich zugespitzte, filzig behaarte Knospen. Die oberseits gewölbten Knospen liegen flach am Zweig an. In der Knospenfarbe ist dieser Typus rotbraun über braun bis schwarzbraun ausgeprägt.

Salix repens ssp. *repens* bildet längliche bis lang-ovale zugespitzte Knospen aus. Diese sind fast immer behaart und rotbraun bis braun gefärbt. Die Knospenspitze liegt meist am Zweig an, kann aber auch teilweise schwach abstehen.

Salix repens ssp. *rosmarinifolia* ähnelt in der Ausprägung der Knospen sehr *S. repens* ssp. *repens*. Die Knospen sind länglich-schmal bis länglich-oval zugespitzt und liegen größtenteils am Zweig an. Sie sind dunkelrot, braun oder rotbraun gefärbt.

Im unbelaubten Zustand sind prinzipiell die Blütenknospen bei *S. repens* s. l. von etwa doppelter Dicke und erscheinen dementsprechend kugelig als die Blattknospen.

Zur taxonomischen Unterscheidung der Unterarten sind die Knospenmerkmale ähnlich ungeeignet wie die Zweigmerkmale.

3.2.4 Blätter

Bei der Untersuchung von Blattparametern wurde der Schwerpunkt auf relative Blattmerkmale im Sinne von Indices, beispielsweise Spreitenverhältnis, Spreitenindex (relative Spreitenbreite), Stielindex (relative Stiellänge) und die Lage der breitesten Stelle, gelegt. Blätter von Schößlingen bzw. Wasserreisern wurden nicht berücksichtigt.

Relative Blattmerkmale werden von Umweltfaktoren vergleichsweise wenig beeinflusst. Dagegen erweisen sich die absoluten Größenmerkmale der Blätter, wie Spreitenlänge, Spreitenbreite und Stiellänge, für eine Unterartabgrenzung als ungeeignet, da sie sehr umweltabhängig sind und einer viel stärkeren Variabilität unterliegen als die relativen Merkmale (NEUMANN 1981, HÖRANDL 1992).

Allen Auswertungen lagen die arithmetischen Mittelwerte der zehn pro Individuum ermittelten Einzelwerte zugrunde. Vorkommen von *ssp. argentea* wurden getrennt nach Küsten- und Binnenlandvorkommen betrachtet.

Von den 10 verschiedenen Merkmalsvariablen wurden die Gruppenunterschiede varianzanalytisch mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse geprüft. Mit Ausnahme der Mittelwerte der Merkmale Stiellänge und Lage der breitesten Stelle existieren bei allen anderen Merkmalen, zumindest zu je einer Unterart, statistisch signifikante Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %. In der Tab. 17 sind die Merkmalsmittelwerte der Unterarten von *Salix repens* dargestellt. Die Blattparameter wurden in der Reihenfolge abnehmender F-Werte gewichtet.

Das Merkmal Spreitenverhältnis mit einem F-Wert von 179,9 hat demzufolge die größte Bedeutung zur taxonomischen Trennung der Unterarten mit Hilfe von Mittelwertvergleichen. Dem Merkmal Lage der breitesten Stelle mit einem F-Wert von 1,0 kommt die geringste Bedeutung zu (Tab. 17).

Die Verteilung der Werte der verschiedenen Blattmerkmale wurde für die Unterarten in Form von Box-Plots (SACHS 1999) dargestellt (Abb. 9).

Bei den ausgewerteten Kriech-Weiden sind die Werte aller Merkmalsvariablen normalverteilt. Ausreißer und Extremwerte der Blattparameter sind hauptsächlich bei Pflanzen am östlichen, südlichen und westlichen Rand der Untersuchungsräume der einzelnen Unterarten zu finden. Die Vorkommen von *S. repens ssp. rosmarinifolia* im NO-deutschen Tiefland repräsentieren so z.. B. gleichzeitig die Grenzen des Verbreitungsgebietes dieser *Salix-repens*-Unterart.

Tab. 17: Mittelwerte der untersuchten relativen und absoluten Blattparameter

Blattmerkmale	F-Werte	<i>ssp. repens</i> n=22 220 Blätter	<i>ssp. rosmarinifolia</i> n=30 300 Blätter	<i>ssp. argentea</i> (Küste) n=24 240 Blätter	<i>ssp. argentea</i> (Binnenland) n=17 170 Blätter
Spreitenverhältnis	179,9	3,16	5,70	2,19	2,41
Spreitenindex	147,4	0,32	0,18	0,47	0,42
Anzahl der Seitennervenpaare	87,5	6,87	9,56	5,77	6,28
Spreitenbreite (mm)	44,2	5,90	4,86	9,38	8,41
Spreitenlänge (mm)	14,1	18,45	27,14	20,00	20,15
Blattlänge (mm)	12,2	20,98	30,13	23,09	23,02
Länge bis zur breitesten Stelle (mm)	11,6	10,03	14,09	10,40	10,51
Stielindex	7,8	0,12	0,10	0,13	0,12
Stiellänge (mm)	1,5	2,53	2,99	3,08	2,87
Lage der breitesten Stelle	1,0	0,54	0,52	0,52	0,52

Die relativen Blattmerkmale **Spreitenverhältnis** und **Spreitenindex** sind zur taxonomischen Unterscheidung von *S.-repens*-Unterarten am besten geeignet. Insbesondere *Salix repens* ssp. *rosmarinifolia* läßt sich bei diesen beiden Merkmalen jeweils überschneidungsfrei von den anderen Unterarten trennen. Das Spreitenverhältnis hat bei der Unterart ssp. *rosmarinifolia* die größte Streuung bei einem Mittelwert von 5,7 und einem Ausreißer bei 7,65 am Westufer des Jezdwicki Sees, südwestlich von Bydgoszcz (Bromberg, Polen). Sehr ovale Blätter mit einem durchschnittlichen Spreitenverhältnis von 2,19 (Küste) bzw. 2,41 (Binnenland) hat die Unterart ssp. *argentea* bei einem Überschneidungsbereich zu ssp. *repens* von nur ca. 30 %. Für das Merkmal Spreitenindex liegt der Überschneidungsbereich zwischen diesen beiden Unterarten gleichfalls bei etwa 30 %. Beim Spreitenindex zeichnet sich die ssp. *rosmarinifolia* durch die geringste Streuung der Werte aus.

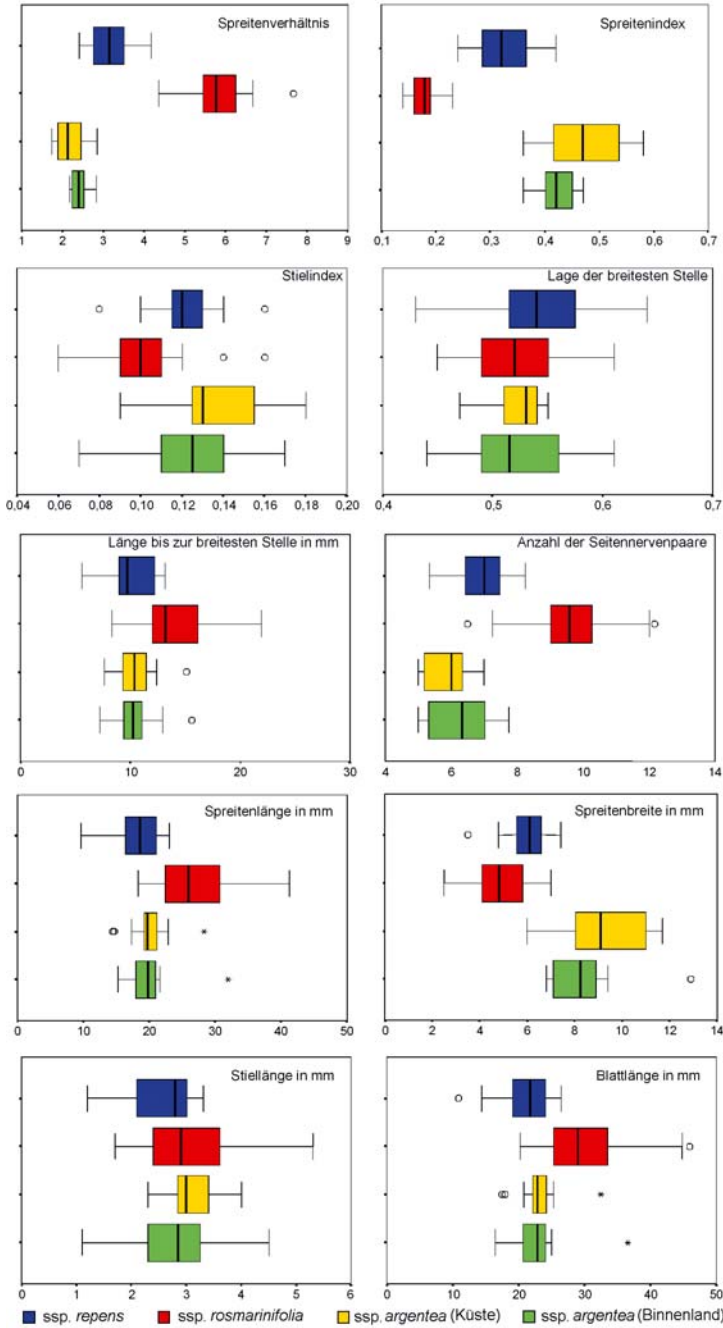
Das relative Blattmerkmal **Stielindex** ist bei allen Unterarten durch eine große intraspezifische Variation geprägt. Zur taxonomischen Unterscheidung ist dieses Merkmal kaum geeignet. Nur tendenziell sind bei der Unterart ssp. *rosmarinifolia* im Verhältnis zur Blattlänge mit einem durchschnittlichen Stielindex von 0,1 die kürzesten Blattstiele ausgebildet. Ausreißer mit einem sehr großen Stielindex bei ssp. *rosmarinifolia* wurden bei Brodowin bzw. Joachimsthal (Land Brandenburg) erfaßt. Bei der Unterart ssp. *repens* wurden auf einer feuchten Heidefläche bei Ziesar (Land Brandenburg) zwei entgegengesetzte Ausreißer mit Werten von 0,08 bzw. 0,16 gefunden.

Am wenigsten verwertbar zur taxonomischen Unterscheidung der Unterarten im *Salix-repens*-Komplex ist das Merkmal **Lage der breitesten Stelle**. Für alle Unterarten gruppiert sich der Wert um die Blattmitte bei einem Wert um 0,5, bei einer breiten Streuung um diesen Wert.

Für das Merkmal **Länge bis zur breitesten Stelle** ergab sich für ssp. *rosmarinifolia* ein Mittelwert von 14,09 mm. Dieser liegt ca. 4 mm über dem der Mittelwerte von ssp. *repens* bzw. ssp. *argentea*. Der Überschneidungsbereich von ssp. *rosmarinifolia* zu den anderen Unterarten liegt bei etwa 50 %. Dieses Merkmal hat bei ssp. *rosmarinifolia* eine etwa doppelt so große Streuung wie bei ssp. *argentea*. Zwischen den Küsten- und Binnenlandvorkommen von ssp. *argentea* konnten keine Unterschiede beobachtet werden. Jedoch gab es hier jeweils einen Ausreißer mit ca. 15 mm auf dem Darß und am Niederrhein bei Kleve.

Das Merkmal **Anzahl der Seitennervenpaare** hat für ssp. *rosmarinifolia* einen Mittelwert von 9,56. Diese Unterart hat damit nur einen Überschneidungsbereich von ca. 20 % zu den anderen Unterarten. Die ssp. *repens* liegt im Durchschnitt bei nur etwa 7, ssp. *argentea* nur bei etwa 6 Seitennervenpaaren. Insbesondere zur Trennung von ssp. *rosmarinifolia* ist dieses Merkmal trotz großer Streuung gut geeignet, jedoch gibt es hier zwei Ausreißer mit 6 Seitennervenpaaren aus Berlin/Köpenick und 12 bis 13 Seitennervenpaaren aus dem Kreis Barcin (Polen).

Für das Merkmal **Spreitenlänge** wurde für ssp. *rosmarinifolia* mit einem Mittelwert von 27,14 der größte Wert ermittelt, jedoch hat das Merkmal bei dieser Unterart die größte Streuung. Der Überschneidungsbereich zu den anderen Unterarten ist mit ca. 25 % sehr gering. Die Werte von ssp. *argentea* befinden sich komplett im Überschneidungsbereich von ssp. *repens*. Zwischen den Spreitenlängen der Küsten- und Binnenlandvorkommen gibt es keine Mittelwertunterschiede, beide weisen auch eine sehr geringe Streuung auf. Zwei Ausreißer mit geringen Spreitenlängen von 14 bis 15 mm wurden auf Bornholm erfaßt, ein Extremwert mit der doppelten Länge wurde auf dem Darß, ein weiterer mit 32 mm, wurde am Niederrhein bei Kleve ermittelt. Die ssp. *argentea* hat im Durchschnitt doppelt so breite **Blattspreiten** wie ssp. *rosmarinifolia*. Der Überschneidungsbereich zwischen beiden Unterarten liegt bei nur ca. 20 %. Im mittleren Bereich bei ca. 6 mm liegt ssp. *repens*, welche sich mit je der Hälfte der Werte mit den beiden anderen Unterarten überschneidet. Die Küsten-



○ = Ausreißer: Fälle mit Werten, die zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom linken bzw. rechten Rand der Box entfernt sind
 * = Extremwerte: Fälle mit Werten, die mehr als 3 Boxlängen vom linken bzw. rechten Rand der Box entfernt sind

Abb. 9: Box-Plots der untersuchten Blattparameter.

vorkommen von ssp. *argentea* haben im Mittel eine um ca. 1 mm breitere Blattspreite als die Binnenlandvorkommen. Ein Ausreißer mit einer sehr schmalen Blattspreite von 3,5 mm wurde auf einer feuchten Heidefläche bei Ziesar, ein weiterer mit einer Spreitenbreite von fast 13 mm am Niederrhein bei Kleve gefunden.

Das Merkmal **Stiellänge** ist zur taxonomischen Unterscheidung kaum geeignet. Zum einen weisen die Unterarten eine große intraspezifische Variation dieses Merkmals auf, zum anderen gibt es bei Werten von 2,5 bis 3,1 mm kaum Mittelwertunterschiede.

Die **Blattlänge** zeigt ein ähnliches Bild wie das Merkmal Spreitenlänge. Hier wurden die gleichen Ausreißer bzw. Extremwerte gefunden. Daneben traten noch weitere Ausreißer mit einer Blattlänge von weniger als 11 mm von einer feuchten Heidefläche bei Ziesar bzw. einer sehr langen von 46 mm aus der Niederlausitz bei Lubsko (Polen) auf.

3.2.5 Blütenmorphologie

Auffällig ist, daß zu Beginn der Vollblüte die männlichen Kätzchen länger sind als die weiblichen. Nach der Befruchtung strecken sich die weiblichen Kätzchen weiter und sind dann in ihren Ausmaßen wiederum größer als die männlichen Blütenkätzchen. Alle Blütenmerkmale wurden jedoch vor einer möglichen Befruchtung erfaßt.

Aufgrund geringer Anzahl zur Verfügung stehender blühender Individuen wurde auf die graphische Darstellung eines Mittelwertvergleiches verzichtet.

3.2.5.1 Männliche Blütenmerkmale

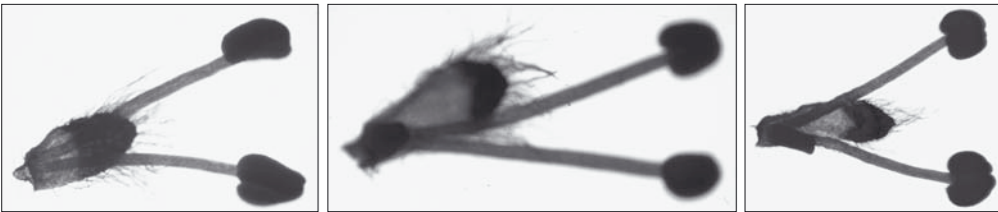
Im Vergleich von **Kätzchenlängen** bzw. **Kätzchendurchmesser** gibt es zwischen den Unterarten keine taxonomischen Unterschiede. Alle Kätzchen sind kurzoval mit einem **Kätzchenindex** (Kätzchendurchmesser : Kätzchenlänge) von etwa 0,6. Für das Merkmal **Kätzchenstiellänge** wurden für die ssp. *rosmarinifolia* mit einem Mittelwert von 1,42 mm die absolut kleinsten Werte ermittelt, wobei die Kätzchenstiele der anderen Unterarten etwa die doppelten Längen erreichen. Deutliche Unterschiede ergeben sich somit im **Kätzchenstiellindex** (Kätzchenstiellänge : Kätzchenlänge) zwischen den Unterarten. Die ssp. *rosmarinifolia* zeigt mit 0,1 den kleinsten Wert. Zwischen dem Kätzchenstiellindex der Küsten- und Binnenlandvorkommen der ssp. *argentea* gibt es kaum Unterschiede bei Werten von 0,23 bzw. 0,21 (Tab. 18).

Der Mittelwert von ssp. *repens* liegt mit 0,16 zwischen den beiden anderen Unterarten. In der Anzahl der **Kätzchenstiellaubblättchen** liegt der größte Unterschied zwischen den Küsten- und Binnenlandvorkommen von ssp. *argentea*. Bei den Küstenvorkommen wurden meist zwei Kätzchenstiellaubblättchen mehr gezählt als bei den Binnenlandvorkommen. Die **Tragblattlänge** hat eine geringe Variation zwischen 1,51 mm bei ssp. *rosmarinifolia* und 2,05 mm bei ssp. *repens* (Abb. 10). In der **Staubfadenlänge** und der Länge des Nektariums weist die ssp. *rosmarinifolia* die größten Werte auf, die Küsten- und Binnenlandvorkommen von ssp. *argentea* liegen hier mit ihren Mittelwerten eng beieinander und haben die kleinsten Werte.

Das **Verhältnis von Tragblatt : Staubfäden** weist bei ssp. *rosmarinifolia* mit 0,26 einen deutlich geringeren Wert und beim **Verhältnis von Nektarium : Tragblatt** mit 0,5 einen deutlich größeren Wert gegenüber den beiden anderen Unterarten auf (Tab. 18).

Tab. 18: Mittelwerte männlicher Blütenmerkmale im *Salix-repens*-Komplex

Männliche Blütenmerkmale	<i>ssp. repens</i>	<i>ssp. rosmarinifolia</i>	<i>ssp. argentea</i> (Küste)	<i>ssp. argentea</i> (Binnenland)
n=Anzahl untersuchter Individuen	n=12 60 Kätzchen 242 Blüten	n=10 50 Kätzchen 248 Blüten	n=15 75 Kätzchen 300 Blüten	n=8 40 Kätzchen 193 Blüten
Kätzchenlänge (mm)	15,17	14,33	13,75	13,38
Kätzchendurchmesser (mm)	8,50	9,42	7,63	8,38
Kätzchenstiellänge (mm)	2,17	1,42	3,13	2,75
Kätzchenstiellaubblättchen	4,50	4,67	5,31	3,75
Kätzchenindex	0,60	0,66	0,57	0,65
Kätzchenstielindex	0,16	0,10	0,23	0,21
Tragblattlänge (mm)	2,05	1,51	1,78	1,55
Staubfadenlänge (mm)	4,42	5,85	3,75	3,88
Länge des Nektariums (mm)	0,62	0,75	0,56	0,46
Verhältnis Tragblatt : Staubfäden	0,47	0,26	0,48	0,40
Verhältnis Nektarium : Tragblatt	0,30	0,50	0,31	0,30

Abb. 10: v. l. n. r. männliche Einzelblüten von *S. repens* ssp. *rosmarinifolia*, *ssp. argentea* und *ssp. repens*.

3.2.5.2 Weibliche Blütenmerkmale

Im Gegensatz zur kaum vorhandenen Variabilität in den Dimensionen der männlichen Kätzchen weisen die weiblichen Kätzchen deutlichere Unterschiede auf. Vor allem die *ssp. rosmarinifolia* mit einer im Mittel sehr geringen **Kätzchenlänge** von 6,17 mm und einem sehr kugeligen Kätzchen (Kätzchenindex von 0,97) hebt sich deutlich von den beiden anderen Unterarten ab (Tab. 19).

Wie bei den männlichen **Kätzchenstiellängen** weist *ssp. rosmarinifolia* die mit Abstand kürzesten Stiele (Mittelwert 1,22 mm) und den kleinsten Kätzchenstielindex (Mittelwert 0,2) auf. Bis auf *ssp. rosmarinifolia*, mit im Mittel 3,83 **Kätzchenstiellaubblättchen**, haben die anderen Unterarten gegenüber den männlichen Exemplaren höhere Werte. Wiederum wurden bei den Küstenvorkommen von *ssp. argentea* meist zwei Kätzchenstiellaubblättchen mehr gezählt als bei den Binnenlandvorkommen. Die **Tragblattlängen** variieren gering, wie schon bei den männlichen Individuen, zwischen 1,88 und 2,23 mm. Genauso wenig Bedeutung kommt den Merkmalen **Fruchtknotenstiellänge** und **Griffellänge** bei der Trennung der Unterarten zu. Die **Strahligkeit der Narben** bietet deutlichere Unterschiede zwischen den Unterarten. Die untersuchten Individuen der *ssp. repens* waren durchgängig vierstrahlig, bei *ssp. rosmarinifolia* lag der Mittelwert (3,0) bei zwei- bis vierstrahligen Narben, bei *ssp. argentea* überwogen wiederum deutlich die zweistrahligen Narben bei den Küstenvorkommen, bei den Binnenlandvorkommen wurden nur zweistrahlige Narben beobachtet (Abb. 11).

Mit einer Länge von ca. 1 mm hatten die Küstenvorkommen von *ssp. argentea* die deutlich längsten **Nektarien**, gefolgt von den Binnenlandvorkommen dieser Unterart mit einem Mit-

Tab. 18: Mittelwerte weiblicher Blütenmerkmale im *Salix-repens*-Komplex

Weibliche Blütenmerkmale n = Anzahl untersuchter Individuen	<i>ssp. repens</i> n = 12 60 Kätzchen 238 Blüten	<i>ssp. rosmarinifolia</i> n = 14 70 Kätzchen 245 Blüten	<i>ssp. argentea</i> (Küste) n = 8 40 Kätzchen 189 Blüten	<i>ssp. argentea</i> (Binnenland) n = 7 35 Kätzchen 172 Blüten
Kätzchenlänge (mm)	10,42	6,17	8,69	9,17
Kätzchendurchmesser (mm)	7,25	5,94	5,09	5,83
Kätzchenstiellänge (mm)	3,50	1,22	3,91	3,00
Kätzchenstiellaubblättchen	5,17	3,83	6,94	5,00
Kätzchenindex	0,70	0,97	0,59	0,64
Kätzchenstiellindex	0,34	0,20	0,45	0,33
Tragblattlänge (mm)	1,88	1,89	1,96	2,23
Fruchtknotenstiellänge (mm)	1,49	1,31	1,06	1,53
Griffellänge (mm)	0,25	0,37	0,29	0,28
Strahligkeit der Narben	4,00	3,00	2,50	2,00
Länge des Nektariums (mm)	0,57	0,51	0,98	0,77
Verhältnis Fruchtknotenstiel : Tragblatt	0,79	0,75	0,54	0,69
Verhältnis Nektarium : Fruchtknotenstiel	0,40	0,40	0,92	0,50

Abb. 11: v. l. n. r. weibliche Einzelblüten von *S. repens* ssp. *rosmarinifolia*, *ssp. argentea* und *ssp. repens*.

telwert von 0,77 mm. Die Nektarien von *ssp. repens* und *ssp. rosmarinifolia* lagen im Mittel nur geringfügig über 0,5 mm. Der Fruchtknotenstiel erreicht bei *ssp. argentea* im Durchschnitt die Hälfte bis zwei Drittel der Tragblattlänge. Bei *ssp. repens* und *ssp. rosmarinifolia* wurden vom Fruchtknotenstiel im Mittel drei Viertel der Tragblattlänge erreicht. Den gleichen Mittelwert im **Verhältnis von Nektarium : Fruchtknotenstiel** mit 0,4 haben *ssp. repens* und *ssp. rosmarinifolia*. Bei den Binnenlandvorkommen von *ssp. argentea* erreicht das Nektarium im Durchschnitt die Hälfte der Fruchtknotenstiellänge. Die Nektarien der Exemplare von der Küste erreichen mit einem Verhältnis von 0,92 fast die Länge des Fruchtknotenstiels (Tab. 19).

3.3 Beschreibung der Merkmalsausprägung und des Vererbungsverhaltens von Weidenbastarden mit Hilfe gelenkter Kreuzungen

3.3.1 Übersicht der im NO-deutschen Tiefland nachgewiesenen natürlichen Bastarde

Im einleitenden Kapitel (Tab. 1) wurden für das NO-deutsche Tiefland in der Literatur angegebene Strauchweidenbastarde zusammengefaßt. Dabei wurden 41 Bastarde herausgefiltert, wobei es sich bei einigen, insbesondere älteren Angaben, um Vorkommen im ehemaligen Westpreußen handeln dürfte. Manche Fundortangaben von Bastarden sind kaum nachzuvollziehen. Für das Auftreten und die Häufigkeit von Bastarden spielt die Verbreitung der Elternarten im Untersuchungsgebiet eine wichtige Rolle.

So erscheinen insbesondere bei v. SEEMEN (1898–1899 u. 1908–1913) einige der Hybridansprachen sehr zweifelhaft. Herbarrevisionen von ihm gesammelter Belege bestärken die Zweifel (RISTOW 1994). So sind nicht wieder bestätigte Funde in Berlin-Treptow u. a. *Salix*

aurita × *starkeana*, *S. caprea* × *myrsinifolia*, *S. bicolor* × *myrsinifolia* bzw. *S. myrsinifolia* × *starkeana* (v. SEEMEN 1898–1899 u. 1908–1913) aufgrund des Fehlens eines Elters kaum nachvollziehbar.

Bis auf *S. starkeana* WILLD., *S. myrtilloides* L., *S. hastata* L., *S. daphnoides* VILL. und *S. bicolor* WILLD. zeichnen sich alle anderen im einleitenden Kapitel erwähnten Arten (Tab. 1) durch eine regelmäßige Verbreitung im NO-deutschen Tiefland aus. Diese im Untersuchungsgebiet sehr seltenen, teilweise nicht mehr nachgewiesenen Arten und ihre möglichen Bastarde werden in diesem Kapitel einleitend besonders betrachtet.

Für die auch im westlichen Polen sehr seltene *S. starkeana* WILLD. wurden in der Übersicht (Tab. 1) insgesamt sieben Bastardkombinationen angegeben. Trotz intensiver Nachsuche an drei historischen Fundorten (Oderberg, Lubsko, ehem. Sommerfeld und Srem, ehem. Schrimm), teilweise in Zusammenarbeit mit dem Arboretum Kornik der Polnischen Akademie für Wissenschaften (ZIELINSKI), konnte diese Art bzw. Bastarde der Art im Rahmen der Untersuchungen nicht wieder aufgefunden werden. Demzufolge wurde von gelenkten Kreuzungen mit *S. starkeana* Abstand genommen.

Für die weitere seltene Art *S. myrtilloides* L., die im NO-deutschen Tiefland mit größter Wahrscheinlichkeit fehlt, verlief die Suche erfolgreicher. Diese Art wurde in einem Verlandungsmoor (*Sphagnum*-Schwingrasen) zwischen Barcin ehem. Bartschin und Labiszyn ehem. Labischin (BOCK 1908, BROWICZ & GOSTYNSKA-JAKUSZEWSKA 1970) auf einer Exkursion zusammen mit ZIELINSKI (Kornik) erneut bestätigt. An diesem Standort wurde auch der Bastard *S. aurita* × *myrtilloides* gefunden.

Salix hastata L. gewinnt mit der Fundortsangabe Alter Stolberg bei Stempeda im Südharz (HARTIG 1852) besondere Bedeutung. Dieser Standort liegt weit ab von den Hauptverbreitungsgebieten in Nordeuropa (var. *hastata*) und in den europäischen Hochgebirgen (var. *alpestris*). Dieses bedeutende Glazialrelikt entwickelte sich dort über einen langen Zeitraum unabhängig, so daß der Standort als ein Mannigfaltigkeitsgebiet der Art angesehen werden kann. Das Vorkommen wurde berechtigterweise als eine eigene Varietät (var. *stolbergensis* WALLR.) angesehen (HARTIG 1852). Diese ist in der Regel sehr großblättrig (Blätter eiförmig, lanzettlich zugespitzt) mit niedrigem heidelbeerförmigem Wuchs. Ein Klon mit vermuteter Herkunft Südharz wird seit ca. 1930 kultiviert und unter der Bezeichnung *Salix Wehrhahnii* BONST. als Zierweide angeboten (MANG 1982).

Anfang dieses Jahrhunderts wird noch ein wie Heidelbeergestrüpp erscheinendes Massenvorkommen von *S. hastata* L. am Alten Stolberg beschrieben (PETRY 1910, WEIN 1924, KAISER 1955). Zudem wurde vom nicht weit entfernten Kohnstein ein weiterer Standort vermeldet (OSSWALD 1910, PETRY 1910). Seit den 30er Jahren dieses Jahrhunderts wird *S. hastata* L. an den Vorkommen im Südharz als verschollen gemeldet. Für die Gründe des Verschwindens werden menschlicher Einfluß, u. a. forstliche Eingriffe, angegeben (MEUSEL 1939, KAISER 1955). Trotz intensiver Nachsuche am Alten Stolberg während zweier Exkursionen 1997 (ZANDER, RHODE, HERDAM, KISON, FRANK & SCHUMANN) wurden die Art bzw. ihre Bastarde nicht gefunden. Angaben über Bastardverbindungen von *S. hastata* sind aus dem Untersuchungsgebiet, insbesondere Südharz, nicht erwähnt.

Salix daphnoides VILL. wird im Untersuchungsgebiet für die Ostseeküste, vornehmlich Inseln Usedom und Rügen, als ursprünglich angesehen (ASCHERSON 1864, SKVORTSOV 1990, BENKERT et al. 1996). Vermeintlich natürliche Vorkommen wurden auf der Insel Usedom bei Karlshagen erfaßt. Einige kleinwüchsige Exemplare deuteten hier möglicherweise auf eine Einkreuzung von *S. repens* s. l. hin. Jedoch wurde *Salix repens* s. l. bei den Erfassungen auf

der Insel Usedom nicht beobachtet. Die Art wird außerdem im Binnenland gebietsweise oft angepflanzt und verwildert unter günstigen Umständen. Demzufolge sind Bastardverbindungen vor allem mit der Sektion *Vetrix* an Sekundärstandorten möglich, wurden aber aufgrund der nicht schwerpunktmäßigen Erfassung solcher Flächen nicht beobachtet.

Salix bicolor WILLD. ist für das Untersuchungsgebiet nur für den Brocken im Harz angegeben (BENKERT et al. 1996). Eine ausführliche Charakterisierung dieses Vorkommens erfolgt im Kapitel 4.1.3. Bastardverbindungen dieser Art wurden nicht gefunden.

Eine kontroverse Diskussion ihrer taxonomischen Einordnung ruft immer wieder *Salix dasyclados* WIMM. hervor. Unter dieser Bezeichnung werden zwei unterschiedliche Taxa zusammengefaßt (SKVORTSOV 1968). Zum einen kommt fast über das gesamte russische Territorium eine Sippe vor, welche insbesondere aufgrund des riesigen Verbreitungsgebietes als selbständige Art angesehen werden kann. Nach CHMELÁŘ & MEUSEL (1986) wird diese Art von russischen Autoren als *S. burjatica* NAS. bezeichnet und hat nichts mit der im NO-deutschen Tiefland beobachteten *S. dasyclados* zu tun. HEIDENREICH (1874) räumt *S. dasyclados* das Artrecht ein. Er hat vornehmlich in Ostpreußen die an Flußufern naturnahe und in östlicher Richtung zunehmende Verbreitung vor Augen. Die in der Odergegend gefundenen Sträucher, welche sich von den ostpreußischen Exemplaren unterscheiden, begründet HEIDENREICH mit einer großen Artvariabilität. Im Gegensatz dazu bezweifeln andere Autoren im 19. Jahrhundert den Artstatus und vermuten hybridogenen Ursprung (WIMMER 1851 u. 1866, KERNER 1860, WICHURA 1865). Ihnen waren jedoch scheinbar nicht die ostpreußischen bzw. russischen Herkünfte, welche HEIDENREICH beschrieb, bekannt. Insbesondere WICHURA (1865) stellt die vermutlich richtige Diagnose für die Bastardverbindung (*Salix caprea* × *viminalis*) × *cinerea* dar. Der Beweis gelang ihm durch eine mißlungene Kreuzung, wahrscheinlich aufgrund unterschiedlicher Chromosomensätze (*S. caprea*), nicht.

Nach Auswertung der Literatur ist es angebracht, eine vornehmlich in Rußland verbreitete Art *Salix burjatica* NAS., von einer Tripelhybride (*S. caprea* × *viminalis*) × *cinerea* = *Salix* × *dasyclados* WIMM. zu unterscheiden. Es konnte jedoch kein Vergleich an Lebendmaterial beider Sippen vorgenommen werden, da in Rußland gesammelte Steckhölzer von *S. burjatica* (RISTOW, SEITZ) nicht zum Austrieb kamen.

Bei im NO-deutschen Tiefland vereinzelt gefundener *S.* × *dasyclados* handelt es sich vermutlich um einen kultivierten Klon. Ein Fundort in Fredersdorf (Kreis Märkisch-Oderland) läßt jedoch auch ein spontanes Auftreten dieser Bastardverbindung vermuten.

Von den eingangs erwähnten 41 Bastardverbindungen wurde etwa die Hälfte bei den Aufnahmen im NO-deutschen Tiefland gefunden (Tab. 20).



Abb. 12: Weibliche Kreuzungspflanzen.



Abb. 13: Samenreife nach erfolgreicher Kreuzung.

Tab. 20: In den Erfassungsgebieten gefundene Bastardverbindungen

Bastardverbindung	Standorte, Häufigkeit, Bemerkungen
<i>Salix aurita</i> × <i>caprea</i> (<i>S.</i> × <i>capreola</i> KERN.)	insgesamt selten, einige Exemplare im Hochharz bachuferbegleitend, einzeln in zwei offengelassenen Gruben
<i>Salix aurita</i> × <i>cinerea</i> (<i>S.</i> × <i>multinervis</i> DÖLL)	verbreitet, insbesondere auf potentiellen <i>S. aurita</i> -Standorten (u.a. Flachmooren) durch zunehmende Eutrophierung
<i>Salix aurita</i> × <i>myrtilloides</i> (<i>S.</i> × <i>rugulosa</i> ANDERSS.)	ein Fundort, in einem Verlandungsmoor (<i>Sphagnum</i> -Schwinggrasen) bei Bartschin (Polen), hier etwa in gleicher Häufigkeit wie beide Elternarten auftretend
<i>Salix aurita</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>coriacea</i> SCHLEICH.)	ein Fund, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln
<i>Salix aurita</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>ambigua</i> EHRH.)	regelmäßig auf Standorten mit beiden Elternarten (limitierend ist Häufigkeit von <i>S. repens</i> im Gebiet), teilweise schwer erkennbar durch Rückkreuzung mit Elternarten
<i>Salix caprea</i> × <i>cinerea</i> (<i>S.</i> × <i>reichardtii</i> KERN.)	vereinzelte Funde auf Bruchstandorten, meist in der Nähe eines größeren Bestandes von <i>S. cinerea</i>
<i>Salix caprea</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>latifolia</i> FORBES)	ein Fund, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln
<i>Salix caprea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>scandica</i> ROUY)	sehr selten, ein Fundort im Norden Bornholms auf Granitgeröllfeld
<i>Salix caprea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>smithiana</i> WILLD.)	gebietsweise häufig, jedoch in diesen Fällen gepflanzt (Kübler- bzw. Bandstockweide), einzelne Funde eventuell spontan
<i>Salix cinerea</i> × <i>myrsinifolia</i> (<i>S.</i> × <i>vaudensis</i> SCHLEICH.)	auf Standorten von <i>S. myrsinifolia</i> (u.a. Kalkflachmoore) verbreitet, auch auf Sekundärstandorten im Berliner Umland
<i>Salix cinerea</i> × <i>purpurea</i> (<i>S.</i> × <i>pontederana</i> WILLD.)	sehr selten, ein Fundort auf den Spreewiesen bei Beeskow
<i>Salix cinerea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>subsericea</i> DÖLL)	sehr selten, ein Fund bei Brodowin (Kreis Barnim) mit Elternarten, im Vergleich zu <i>S. aurita</i> × <i>repens</i> extrem selten
<i>Salix cinerea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>holosericea</i> WILLD.)	regelmäßig in Auen und verschiedenen uferbegleitenden Gebüschern, möglicherweise natürlichen Ursprungs, eventuell gelegentlich auch gepflanzt
<i>Salix daphnoides</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>maritima</i> HARTIG)	ein Fund in den Dünen bei Karlshagen (Insel Usedom) entspricht möglicherweise dieser Kombination
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>purpurea</i> (<i>S.</i> × <i>beckeana</i> BECK)	kein Fundort im Tiefland, nur ein Exemplar am Rhonegletscher bei Gletsch (Schweiz) gefunden
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>nana</i> SCHLEICH.)	ein Fund, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>seminigricans</i> A. et G. CAMUS)	ein Fund, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln
<i>Salix purpurea</i> × <i>repens</i> (<i>S.</i> × <i>doniana</i> SM.)	ein Fundort, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln
<i>Salix purpurea</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>rubra</i> HUDS.)	spontan vereinzelt in den Auengebüschern am Rhein, auch auf Sekundärstandort in Berlin-Neukölln; einige Klone teilweise als Flechtweiden angepflanzt
<i>Salix repens</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>friesiana</i> ANDERSS.)	ein Fundort, an einem innerstädtischen Sekundärstandort in Berlin-Neukölln, wo die Sträucher zwischen den Eltern wachsen
<i>Salix triandra</i> × <i>viminalis</i> (<i>S.</i> × <i>mollissima</i> EHRH.)	zerstreut im NO-deutschen in Auengebüschern nachgewiesen, hier scheinbar gepflanzt bzw. verwildert (Flechtweide); im Rheinland ziemlich regelmäßig in den Auengebüschern, hier möglicherweise auch natürlichen Ursprungs

Neben diesen strauchförmigen wurden auch baumförmige Bastardverbindungen mit erfaßt. Hier ist der häufigste Vertreter im NO-deutschen Tiefland *Salix alba* × *fragilis* (*S.* × *rubens* SCHRANK) zu nennen. Viel weniger häufig wurden *Salix fragilis* × *triandra* (*S.* × *alopeuroides* TAUSCH), *Salix fragilis* × *pentandra* (*S.* × *tinctoria* SM.) und *Salix alba* × *fragilis* × *pentandra* (*S.* × *hexandra* EHRH.) beobachtet.

3.3.2 Gesamtübersicht der Kreuzungsarbeiten

Von insgesamt 81 durchgeführten Kreuzungen (Abb. 12 und 13) waren 56 erfolgreich. Bei 14 Kreuzungen waren zumeist die männlichen Pollen nicht vital, weil ein abruptes Absterben der weiblichen Narben nicht beobachtet werden konnte.

Neun Kreuzungskombinationen sind als fraglich anzusehen, da es eine normale Reife der weiblichen Blütenstände gab, aber nur Hohlkörner ausgebildet wurden. Dazu wurde festgestellt, daß sexuelle Inkompatibilität häufig auf eine Hemmung des Pollenschlauchwachstums im Narbengewebe zurückzuführen ist (GEBHARDT 1992).

Von den 56 erfolgreichen Kreuzungen können 10 als Dopplungen angesehen werden, d. h. jeweils die gleiche Art als Mutter bzw. Vater, nur unter Beteiligung anderer Klone der jeweiligen Art (Tab. 22).

Im Jahr 1995 konnten bei insgesamt 33 Kreuzungen erfolgreich Sämlinge angezogen werden, bezeichnet mit den Hybridnummern H 01 bis H 33. Für dieses erste Kreuzungsjahr wurden, falls vorhanden, höchstens 100 Sämlinge pro Kombination für die weiteren Untersuchungen pikiert. Bei 13 Kreuzungen lag die Ausbeute jedoch unter 10 pikierfähigen Sämlingen.

Tab. 21: Sämlingsbonitur der Kreuzungskombination H 38 (*S. aurita* × *S. repens*)

Pflanzenzahl:	50			
Größe und Form der Keimblätter (nach Ausbildung des 3. bis 4. Laubblattes):	oval, ganzrandig, 2 mm lang, 1,5 mm breit, 2 mm lang gestielt			
Triebfarbe des Hypokotyls:	hellrot			
Form der ersten zwei Laubblätter:	länglich zugespitzt, ganzrandig, ober- und unterseits kahl, größte Blattbreite in der Mitte			
Wurzelentwicklung:	kräftig entwickelt, viele dünne Nebenwurzeln			
Form und Beschaffenheit des 3. bis 7. Laubblattes:	länglich zugespitzt, Blattrand unregelmäßig drüsig; Blattoberseite schwach glänzend, zerstreut behaart; größte Blattbreite etwas oberhalb der Mitte			
Mittlere Größe des 1. bis 7. Laubblattes (Blatt 1 ist das erste nach den Keimblättern austreibende Blatt in mm):	Blatt	Länge	Breite	Stiellänge
	1	4,5	3,0	1
	2	7,5	3,5	1
	3	14,0	4,5	1
	4	17,0	5,5	1
	5	24,0	8,5	2
	6	35,0	11,5	2
	7	48,5	15,0	2
Triebfarbe und Behaarung zwischen den Laubblättern:	Triebe grün-rötlich, kurz kraus behaart Knospen rot, zugespitzt, Spitze am Trieb anliegend			
Behaarung bzw. Bereifung der Blattunterseite:	abwischbar bereift, auf der ganzen Fläche zerstreut krauslanghaarig behaart			
Form und Größe der Nebenblätter:	länglich spitz, schwach gesägt, 4 mm lang, 2 mm breit			
Vitalität:	bis auf einige wenige kümmerexemplare sehr vital			

Tab. 22: Durchgeführte Kreuzungen (in Klammern die jeweiligen Dopplungen)

Weiblicher Partner	Erfolgreiche Kreuzungen	Kreuzungen nicht gelungen	Kreuzungskombination fraglich
	Männlicher Partner	Männlicher Partner	Männlicher Partner
		weibl. Blüten bzw. männl. Pollen nicht vital	nur Ausbildung von Hohlkörnern
<i>S. aurita</i>	<i>S. caprea</i> (2) <i>S. cinerea</i> <i>S. daphnoides</i> (2) <i>S. myrsinifolia</i> <i>S. purpurea</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (2) <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i> (2) (<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>)		
<i>S. bicolor</i>	<i>S. myrsinifolia</i>		
<i>S. caprea</i>		<i>S. cinerea</i> <i>S. myrsinifolia</i>	
<i>S. cinerea</i>	<i>S. caprea</i> <i>S. daphnoides</i> <i>S. myrsinifolia</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i> <i>S. viminalis</i>	<i>S. aurita</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (2) <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> (2)	<i>S. triandra</i> (<i>S. caprea</i> × <i>viminalis</i>)
<i>S. myrsinifolia</i>	<i>S. aurita</i> <i>S. caprea</i> <i>S. cinerea</i> <i>S. daphnoides</i> <i>S. purpurea</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> <i>S. viminalis</i>		
<i>S. purpurea</i>	<i>S. cinerea</i> <i>S. viminalis</i>	<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	<i>S. aurita</i> <i>S. caprea</i>
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i>	<i>S. daphnoides</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	<i>S. aurita</i>	
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	<i>S. aurita</i> <i>S. caprea</i> (2) <i>S. cinerea</i> <i>S. daphnoides</i> <i>S. myrsinifolia</i> (2) <i>S. purpurea</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (2) <i>S. viminalis</i> (2) (<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>)	<i>S. cinerea</i>	<i>S. pentandra</i> <i>S. triandra</i> (<i>S. caprea</i> × <i>viminalis</i>)
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	<i>S. myrsinifolia</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	<i>S. caprea</i> <i>S. cinerea</i> <i>S. viminalis</i>	
<i>S. triandra</i>			<i>S. aurita</i> <i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>
<i>S. viminalis</i>	<i>S. caprea</i> <i>S. myrsinifolia</i> (2) <i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> <i>S. triandra</i> (<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>)	<i>S. cinerea</i>	
(<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> × <i>viminalis</i>)	<i>S. myrsinifolia</i>		
(<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i> × ssp. <i>argentea</i>)	<i>S. myrtilloides</i>		

Tab. 23: Durchschnittliche Triebhöhen und Laubblattanzahl der Kreuzungskombinationen und reiner Arten (frei abgeblüht) 50 Tage nach der Aussaat

Kreuzungskombination	Hybridnummern	durchschnittliche Triebhöhe nach 50 Tagen (in mm)	durchschnittliche Laubblattanzahl nach 50 Tagen
<i>Salix aurita</i> × <i>caprea</i>	H 01; H 10	40	7,0
<i>Salix aurita</i> × <i>cinerea</i>	H 34	30	5,0
<i>Salix aurita</i> × <i>daphnoides</i>	H 35; H 39	52	7,2
<i>Salix aurita</i> × <i>myrsinifolia</i>	H 36; H 47	82	7,8
<i>Salix aurita</i> × <i>purpurea</i>	H 37	80	8,5
<i>Salix aurita</i> × <i>repens</i>	H 02; H 03; H 06; H 11; H 13; H 38	48	6,9
<i>Salix aurita</i> × <i>viminalis</i>	H 05	45	7,0
<i>Salix bicolor</i> × <i>myrsinifolia</i>	H 40	45	7,5
<i>Salix caprea</i> × <i>cinerea</i>	H 41	85	6,5
<i>Salix caprea</i> × <i>myrsinifolia</i>	H 48	65	6,5
<i>Salix caprea</i> × <i>repens</i>	H 15; H 24	18	5,0
<i>Salix caprea</i> × <i>viminalis</i>	H 33	80	7,5
<i>Salix cinerea</i> × <i>daphnoides</i>	H 42	70	8,0
<i>Salix cinerea</i> × <i>myrsinifolia</i>	H 08; H 49	90	8,3
<i>Salix cinerea</i> × <i>purpurea</i>	H 44	60	7,0
<i>Salix cinerea</i> × <i>repens</i>	H 09; H 14	29	5,2
<i>Salix cinerea</i> × <i>viminalis</i>	H 43	90	7,0
<i>Salix daphnoides</i> × <i>myrsinifolia</i>	H 50	90	8,0
<i>Salix daphnoides</i> × <i>repens</i>	H 22; H 46	14	3,7
<i>Salix myrtilloides</i> × <i>repens</i>	H 57	35	8,0
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>purpurea</i>	H 51	80	6,5
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>repens</i>	H 20; H 21; H 25; H 52	31	4,9
<i>Salix myrsinifolia</i> × <i>viminalis</i>	H 28; H 29; H 53; H 55	49	5,8
<i>Salix purpurea</i> × <i>repens</i>	H 45	60	8,0
<i>Salix purpurea</i> × <i>viminalis</i>	H 12	60	5,5
<i>Salix repens</i> × <i>viminalis</i>	H 18; H 19; H 30	33	6,2
(<i>Salix repens</i> × <i>viminalis</i>) × <i>myrsinifolia</i>	H 56	60	8,0
<i>Salix triandra</i> × <i>viminalis</i>	H 32	13	4,5
Absaaten reiner Arten (frei abgeblüht)	Klonnummer		
<i>Salix aurita</i>	A 25	65	7,5
<i>Salix caprea</i>	A 52	90	8,5
<i>Salix cinerea</i>	Beeskow 2	70	7,5
<i>Salix myrsinifolia</i>	ZB 16	75	8,0
<i>Salix repens</i>	ZD 1	45	7,0

Im Folgejahr wurden von 23 weiteren Kreuzungen und einer innerartlichen Bestäubung (H 54) Jungpflanzen angezogen. Diese wurden mit den Folgenummern H 34 bis H 57 notiert. Hier wurde aufgrund einer im Vorjahr festgestellten homogenen Entwicklung der Sämlinge die Höchstgrenze der pikierten Sämlinge bei 45 bis 50 Exemplaren festgelegt. Sechs Kreuzungskombinationen hatten eine Ausbeute von weniger als 10 aufgelaufenen Sämlingen.

Als Beispiel für die Merkmalerfassung der Sämlinge wird die Bonitur der Kreuzungskombination H 38 (*S. aurita* × *S. repens*) dargestellt (Tab. 21). Zwischen den Kreuzungen waren bei fast allen erfaßten Merkmalen kaum Unterschiede nachweisbar. Lediglich in der Form und Beschaffenheit des 3. bis 7. Laubblattes waren erste, meist intermediäre Bastardmerkmale, vermittelnd zwischen den Elternarten, erkennbar.

Zur Einschätzung der Überlebensfähigkeit von Bastardverbindungen unter Konkurrenzbedingungen in der Natur wurden die durchschnittlichen Triebhöhen und Blattzahlen nach 50 Entwicklungstagen erfaßt. Im Vergleich mit Absaaten von reinen Arten ist bis auf wenige Ausnahmen (*S. caprea* × *repens*; *S. daphnoides* × *repens*; *S. triandra* × *viminalis*) eine gleich schnelle Jungpflanzenentwicklung erkennbar (Tab. 23).

3.3.3 Beschreibung der Bastarde

Um zu erfassen, ab welchem Alter ein Vergleich der Kreuzungskombinationen mit den Elternarten sinnvoll erscheint, wurden im Alter von 6 bis 10 Wochen die ersten Bonituren durchgeführt (siehe Kap. 3.3.2). Mit Ausbildung des 4. Laubblattes begannen sich bereits die charakteristischen Bastardmerkmale zu manifestieren. In einer folgenden Bonitur im Alter von ca. 16 Monaten wurden vegetative, insbesondere blattmorphologische, Merkmale erfaßt. Es zeigte sich, daß im Alter von über einem Jahr bevorzugt die adulte Merkmalsausprägung des Bastards erreicht war. Diese 2. Bonitur und Ergänzungsbonituren im Alter von 4 bzw. 5 Jahren dienten als Grundlage der vorrangig verbalen Merkmalsbeschreibung der Bastarde. Die Fotos zeigen Zweigabschnitte von 4 bis 5jährigen Kreuzungskombinationen. Eine abschließende Betrachtung der Wuchsform erfolgte aufgrund des zu geringen Alters der Kreuzungskombinationen ausschließlich an in der Natur gefundenen natürlichen Bastardverbindungen.

Merkmalsbeschreibung

Salix aurita × *S. caprea* (*S.* × *capreola* KERN.) hat verkehrt eiförmige bis länglich ovale Blätter mit der größten Blattbreite über der Mitte, die Blattspitze ist schwach gefaltet (Abb. 14). Die Blattnervatur ist oberseits schwach eingesenkt, unterseits deutlich hervortretend. Gegenüber *S. caprea* L. sind die Blätter um die Hälfte bis zu zwei Dritteln kleiner. Der Blatttrand ist gewellt und ausgebissen gesägt. Die Blattunterseite ist kurz filzig behaart, die Blattoberseite



Abb. 14: Kreuzungskombination *S. aurita* × *caprea*.

ebenso, aber zerstreut behaart. Die Nebenblätter sind nierenförmig, gesägt, kräftig ausgebildet. Junge Zweige sind meist sehr kurztriebzig, rötlich gefärbt und schwach behaart. Knospen sind rundlich-oval, schwach zugespitzt und gelbgrün bis hellrot gefärbt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind deutliche Striemen erkennbar. Bei baumförmigem Wuchs mit ca. 1 m hohem Stamm findet man zahlreiche dünnere, abwärts gebogene Zweige (GÖRZ 1922). Diese Wuchsform konnte an zwei älteren Sträuchern dieses Bastards bei Schierke im Harz, unterhalb des Brokkens, beobachtet werden.

Salix aurita × *S. cinerea* (*S.* × *multinervis* DÖLL) hat längliche, verkehrt eiförmige Blätter mit der größten Blattbreite deutlich oberhalb der Mitte, etwa intermediär zwischen den Elternarten. Die kurze Blattspitze ist meist gefaltet, bei einigen Blättern auch gerade. Zum Blattgrund hin verschmälern sich die Blätter stark (Abb. 15). Die Blattnervatur ist oberseits, insbesondere zum Blattrand hin, deutlich vertieft, demzufolge runzlig erscheinend, unterseits deutlich hervortretend. Der Blattrand ist wellig, aber nicht ausgebissen, ungleichmäßig gesägt. Die Blätter sind beiderseits regelmäßig filzig behaart, jedoch oberseits stärker verkahlend, die Nebenblätter nierenförmig, zugespitzt und gezähnt. Die jungen Zweige sind hellbraun bis rotbraun gefärbt und kurz graufilzig behaart, ältere Zweige kahl und grau-braun gefärbt. Knospen sind oval zugespitzt und rotbraun gefärbt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen kräftig ausgebildet. Die Wuchsform ist aufrecht-buschig, die Äste sind dickästiger und sparriger angeordnet als bei *S. aurita* L.



Abb. 15: Kreuzungskombination *S. aurita* × *cinerea*.

Diese Kreuzung wurde zweimal durchgeführt. Die Elternarten waren jeweils einmal Mutter- bzw. Vaterpflanze. Die Kreuzung mit *S. cinerea* als Mutterpflanze mißlang aufgrund des Abfalls der Kätzchen nach der Blüte durch Vitalitätseinbußen des Mutterstrauches. Aus der reziproken Kreuzung (H 34) wurde nur eine Pflanze angezogen. Obwohl diese Bastardverbindung fast immer in Vergesellschaftung mit beiden Elternarten in der Natur beobachtet wurde, teilweise sogar häufiger als die Elternarten, war die Samenausbeute mit nur einem Samen trotz fünf bestäubter Kätzchen gering. Auch NILSSON (1918) hatte bei dieser Kreuzung in Schweden nur eine Ausbeute von zwei Sträuchern.

Salix aurita × *S. daphnoides* hat ovale, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas oberhalb der Mitte, intermediär zwischen den Eltern. Die Blattspitze ist schwach gefaltet, an Langtrieben auch gerade. Der Blattrand ist unregelmäßig drüsig gezähnt. Die Blattoberseite ist zerstreut (größtenteils auf dem Mittelnerv) behaart und schwach glänzend. Die Nervatur ist oberseits kaum sichtbar vertieft, unterseits deutlich hervortretend. Die Blätter sind unterseits auf den Nerven regelmäßig filzig behaart, matt. Nebenblätter sind nierenförmig, zugespitzt und gezähnt. Die jungen Triebe sind rotbraun behaart. Knospen sind oval zugespitzt und rot gefärbt. Am geschälten einjährigen Holz sind vereinzelte Striemen erkennbar (Abb. 16).



Abb. 16: Kreuzungskombination *S. aurita* × *daphnoides*.

Salix aurita × *S. myrsinifolia* (*S.* × *coriacea* SCHLEICH.) bildet länglich-ovale, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas oberhalb der Mitte. Das Spreitenverhältnis ist größer als bei beiden Eltern. Der Mittelnerv ist oberseits schwach eingesenkt, unterseits tritt die



Abb. 17: Kreuzungskombination *S. aurita* × *myrsinifolia*.

samtig behaart, ältere Zweige kahl und rotbraun gefärbt. Die Knospen sind oval zugespitzt und gelbbraun bis rotbraun gefärbt (Abb. 17). Schon am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen deutlich ausgebildet. Die Wuchsform ist dicht-buschig, mit kurzen dünnen, teilweise sparrigen Ästen.

Salix aurita × *S. purpurea* (*S.* × *dichroa* DÖLL) hat länglich ovale, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite geringfügig oberhalb der Mitte (liegt damit deutlich unterhalb derer der Eltern), die Blattspitze ist schwach gefaltet. Die Blattnervatur ist oberseits schwach, der Mittelnerv stärker, eingesenkt, unterseits deutlich hervortretend (Abb. 18). Der Blattrand ist schwach drüsig gezähnt, zum sich meist keilförmig verschmälerten Blattgrund ganzrandig. Die Blattunterseiten sind kurz-filzig grau, schwach seidig glänzend, behaart, die Blattoberseite ist kurz behaart, schnell verkahlend, dann schwach glänzend. Die



Abb. 18: Kreuzungskombination *S. aurita* × *purpurea*.

großen ovalen und zugespitzten Nebenblätter sind drüsig gezähnt. Junge Zweige sind rotbraun gefärbt, kurzhaarig, später verkahlend. Die Knospen sind länglich-oval, zugespitzt und dunkelrot gefärbt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind vereinzelte Striemen erkennbar.



Abb. 19: Kreuzungskombination *S. aurita* × *repens*.

Nervatur deutlich hervor. Der Blattrand ist unregelmäßig drüsig gezähnt bis gesägt. Die Blätter sind oberseits auf der gesamten Blattfläche, auch außerhalb der Nervatur, kurz behaart. Auf der Blattunterseite befindet sich eine kräftigere, kraus-samtige Behaarung. Die Blattunterseite erscheint graugrün bereift, nur die äußerste Blattspitze ist größtenteils kräftig grün. Die Nebenblätter sind oval bis nierenförmig, zugespitzt und drüsig gezähnt. Die jungen Triebe sind gelbbraun bis graubraun gefärbt und kurz

samtig behaart, ältere Zweige kahl und rotbraun gefärbt. Die Knospen sind oval zugespitzt und gelbbraun bis rotbraun gefärbt (Abb. 17). Schon am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen deutlich ausgebildet. Die Wuchsform ist dicht-buschig, mit kurzen dünnen, teilweise sparrigen Ästen.

Salix aurita × *repens* (*S.* × *ambigua* EHRH.) Primärbastarde dieser Kombination zeigen in bezug auf Ausbildung der Blätter und Habitus ein intermediäres Verhalten gegenüber den Eltern (Abb. 19). Die große Variabilität in der Blattmorphologie der Kreuzungen ist auf die Verwendung von Kreuzungspartnern der verschiedenen *Salix-repens*-Unterarten zurückzuführen. *Salix aurita* × *repens* bildet rundlich bis länglich ovale Blätter aus, mit der größten Blattbreite deutlich oberhalb der Mitte, die kurze Blattspitze

ist meist gerade, bei einigen Blättern auch gefaltet. Die Blattnervatur ist oberseits deutlich vertieft, demzufolge unterseits deutlich hervortretend. Der Blattrand ist schwach nach unten gebogen und unregelmäßig, fein drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits mehr oder weniger kurz matt-filzig, unterseits silbrig-filzig behaart (Haare größtenteils parallel zum Mittelnerv, anliegend). Die Nebenblätter sind nierenförmig zugespitzt oder schmal bis breit lanzettlich und unregelmäßig drüsig gezähnt. Die jungen Zweige sind grünlich-gelb bis dunkelrot gefärbt und kurz graufilzig behaart, ältere Zweige kahl. Die Knospen sind hellrotkantig bis dunkelrot-rundlich. Schon am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen deutlich erkennbar, jedoch weniger zahlreich als bei *S. aurita* L. Die Wuchsform ist aufrechtstrauchförmig, dichtverzweigt-dünnästig, bis ca. 1,5 m Höhe erreichend.

Salix aurita × *viminalis* (*S.* × *fruticosa* DÖLL) hat längliche bis lanzettlich zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite nur etwas oberhalb der Mitte, intermediär zwischen den Eltern. Die Blattnervatur ist oberseits kaum vertieft, unterseits insbesondere der Mittelnerv deutlich hervortretend. Der Blattrand hat unregelmäßig einzelne Drüsenzähnen und ist minimal nach unten umgebogen. Die Blätter sind unterseits kurz seidig behaart, oberseits nur sehr zerstreut behaart, beidseitig allmählich verkahlend (Abb. 20). Nebenblätter sind sehr schmal-lanzettlich, zugespitzt, mit vereinzelt Drüsenzähnen. Junge Zweige grünlich bis rötlich-gelb gefärbt, dünn behaart, später kahl. Knospen sind länglich-oval, zugespitzt, sehr klein und hellrot bis hellbraun gefärbt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind vereinzelte Striemen erkennbar.



Abb. 20: Kreuzungskombination *S. aurita* × *viminalis*.

Salix bicolor × *myrsinifolia* (*S. tetrapla* WALKER) bildet länglich-ovale zugespitzte Blätter aus mit der größten Blattbreite etwa in der Mitte. Die Blattnervatur tritt unterseits deutlich hervor. Der Blattrand ist ungleichmäßig drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün, schwach glänzend, zerstreut behaart, später kahl, unterseits grau-grün matt, schwach-seidig, vorrangig auf den Blattnerven behaart (Abb. 21). Die Nebenblätter sind kräftig ausgebildet, meist nierenförmig, am Rand drüsig gesägt. Junge Triebe und Knospen sind schwach behaart, später kahl, gelbbraun bis dunkelbraun gefärbt. Die Knospen sind oval, schwach zugespitzt.



Abb. 21: Kreuzungskombination *S. bicolor* × *myrsinifolia*.



Abb. 22: Kreuzungskombination *S. caprea* × *cinerea*.

Am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen schon deutlich ausgebildet. Die Wuchsform ist aufrecht-kräftig, mit dickstämmigen und sparrigen Zweigen.

Salix caprea × *cinerea* (*S.* × *reichardtii* KERN.) hat längliche, mehr oder weniger zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite in der Mitte bis geringfügig oberhalb der Mitte. Die Blattnervatur, insbesondere der Mittelnerv, tritt unterseits deutlich hervor. Der Blattrand ist ungleichmäßig drüsig gezähnt. Die Blätter oberseits trüb-hellgrün, kurz kraus-samtig behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist graugrün, filzig-samtig behaart. Die Nebenblätter sind halbrund mit sehr vereinzelt Drüsenzähnen. Triebe und Knospen sind gelblich-grün, schwach behaart, Knospen rundlich, nur wenig zugespitzt (Abb. 22).



Abb. 23: Kreuzungskombination *S. caprea* × *myrsinifolia*.

Die Blattoberseite erscheint schwach runzlig. Der Blattrand ist schwach, ungleichmäßig drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits kräftig grün, schwach glänzend, sehr kurzhaarig, später kahl, unterseits grau-grün, schwach-seidig behaart. Die Nebenblätter sind schwach ausgebildet, zugespitzt, am Rand drüsig. Junge Triebe und Knospen sind kurz behaart, später kahl, gelbgrün bis rötlich gefärbt. Die Knospen sind rundlich-oval, teilweise schwach zugespitzt. Die Wuchsform ist buschig-aufrecht, mit kräftigen, teilweise sparrigen Ästen.

Salix caprea × *myrsinifolia* (*S.* × *latifolia* FORBES) hat ovale bis breit ovale zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite in der Mitte bis etwas oberhalb der Mitte. Das Spreitenverhältnis ist größer als bei den Eltern. Die Blätter sind lang gestielt. Der Mittelnerv ist oberseits teilweise schwach eingesenkt, unterseits sind der Mittelnerv und die Seitennerven deutlich erkennbar. Der Blattrand ist unregelmäßig bogig gesägt und schwach gewellt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün, schwach glänzend und kurz behaart, später kahl. Auf der Nervatur der Blattunterseite ist eine kräftigere, grau-samtige Behaarung. Die Blattunterseite erscheint grünlich grau bereift, nur die Blattspitze ist deutlich kräftig grün. Nebenblätter sind halboval bis nierenförmig, schwach drüsig gesägt. Die jungen Triebe sind gelbbraun bis braun gefärbt und schwach samtig behaart, ältere Zweige kahl. Knospen sind oval zugespitzt, schwach behaart und gelbbraun gefärbt (Abb. 23). Die Wuchsform ist buschig-aufrecht, mit kräftigen, teilweise sparrigen Ästen.

Salix caprea × *repens* (*S.* × *scandica* ROUY) hat verkehrt eiförmige bis längliche, zugespitzte Blätter (Blattspitze vereinzelt schwach gefaltet), mit der größten Blattbreite etwa in der Mitte. Die Blattoberseite erscheint schwach runzlig. Der Blattrand ist schwach, ungleichmäßig drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits kräftig grün, schwach glänzend, sehr kurzhaarig, später kahl, unterseits grau-grün, schwach-seidig behaart. Die Nebenblätter sind schwach ausgebildet, zugespitzt, am Rand drüsig. Junge Triebe und Knospen sind kurz behaart, später kahl, gelbgrün bis rötlich gefärbt. Die Knospen sind rundlich-oval, teilweise schwach zugespitzt. Die Wuchsform ist besenförmig mit bogenförmiger Verzweigung, etwa 1 m Wuchshöhe.

Salix caprea × *viminalis* (*S.* × *smithiana* WILLD.) bildet große, länglich-lanzettliche, lang zugespitzte Blätter aus, mit der größten Blattbreite etwas unterhalb der Mitte, intermediär zwischen den Eltern. Die Blattnervatur tritt unterseits deutlich hervor, oberseits sind die Nerven schwach eingesenkt. Der Blattrand ist schwach unregelmäßig drüsig gesägt und wenig umgerollt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün, schwach glänzend, sehr kurz behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite erscheint graugrün und ist graufilzig-samtig behaart. Die Nebenblätter sind halbherzförmig, mit deutlicher Spitze, drüsig gezähnt. Triebe und Knospen sind gelblich-braun bis braun, kurz samtig behaart, später verkahlend, die Knospen sind oval, abgeflacht mit kantigem Rand, wenig zugespitzt (Abb. 24). *S.* × *smithiana* entwickelt sich zu einem Großstrauch mit aufrechtem kräftigen Wuchs und langen dickstämmigen Zweigen.



Abb. 24: Kreuzungskombination *S. caprea* × *viminalis*.

Salix cinerea × *daphnoides* (*S.* × *mariana* WOLOSZCZAK) hat länglich-lanzettliche zuge-spitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwa in der Mitte. Die Blattnervatur tritt unterseits deutlich hervor. Der Blattrand ist zerstreut drüsig gezähnt. Die Blätter sind oberseits hellgrün bis dunkelgrün, zerstreut kurz kraus behaart, später verkahlend, die Blattunterseite ist graugrün, kurz filzig-samtig behaart (Abb. 25). Die Nebenblätter sind nierenförmig, teilweise zugespitzt, mit sehr vereinzelt Drüsenzähnen. Triebe und Knospen sind gelblich-grün bis hellbraun, schwach kurz behaart, die Knospen rundlich-oval, wenig zugespitzt. Am geschälten einjährigen Holz sind die Striemen schon deutlich ausgebildet.



Abb. 25: Kreuzungskombination *S. cinerea* × *daphnoides*.

Salix cinerea × *myrsinifolia* (*S.* × *vaudensis* SCHLEICH.) hat länglich bis breit-ovale, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas oberhalb der Mitte, intermediär zwischen den Eltern. Der Mittelnerv ist oberseits teilweise schwach eingesenkt, unterseits sind der Mittelnerv und die Seitennerven deutlich erkennbar (Abb. 26). Der Blattrand ist unregelmäßig drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün und kurz schwach samtig behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist kraus-samtig, vorrangig auf den Nerven behaart. Sie ist graugrün, nur die äußerste Blattspitze ist größtenteils kräftig grün. Die Nebenblätter sind nierenförmig und drüsig gesägt. Die jungen



Abb. 26: Kreuzungskombination *S. cinerea* × *myrsinifolia*.

Triebe sind rotbraun bis graubraun gefärbt und kurz samtig behaart, ältere Zweige sind kahl. Die Knospen sind länglich oval zugespitzt und rotbraun gefärbt. Geschältes einjähriges Holz hat flache, jedoch deutliche Striemen. Mittelhoher dicht buschiger Strauch, mit kurzen kräftigen, teilweise sparrigen Ästen.



Abb. 27: Kreuzungskombination *S. cinerea* × *purpurea*.

Junge Zweige und Knospen sind gelblich braun gefärbt, kurzhaarig, schnell verkahlend. Die Knospen sind länglich-oval, zugespitzt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind deutliche Striemen erkennbar. Es ist ein mittelhoher Strauch, mit aufrecht-buschigem Wuchs.



Abb. 28: Kreuzungskombination *S. cinerea* × *repens*.

unterseite ist graugrün, seidig filzig behaart und schwach silbrig glänzend (Haare größtenteils parallel zum Mittelnerv, anliegend). Die Nebenblätter sind oval zugespitzt, unregelmäßig drüsig gesägt bis gezackt (Abb. 28). Am geschälten einjährigen Holz sind deutliche Striemen erkennbar. Die jungen Zweige sind gelbgrün bis rotbraun gefärbt und graufilzig behaart, ältere Zweige kahl. Knospen hellrot bis dunkelrot, kugelig, teilweise etwas zugespitzt. Die Wuchsform ist aufrecht strauchförmig, dünnästig, nicht höher als 2 m werdend.

Salix cinerea × *viminalis* (*S.* × *holosericea* WILLD.) hat länglich-ovale zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas oberhalb der Mitte. Die Blattnervatur ist oberseits kaum vertieft, unterseits treten insbesondere der Mittelnerv und die bogigen Seitennerven deutlich hervor. Der Blattrand ist zerstreut drüsig gezähnt und wenig nach unten umgebogen (Abb. 29). Die Blätter sind oberseits dunkelgrün matt, sehr kurz behaart, später verkahlend, unterseits grünlich grau, kurz samtig filzig behaart. Die Nebenblätter sind nierenförmig bis halbherzförmig, mit vereinzelt Drüsenzähnen. Junge Zweige gelblich bis rötlich-gelb gefärbt, samtig fil-

Salix cinerea × *purpurea* (*S.* × *pontederana* WILLD.) bildet länglich ovale, zugespitzte Blätter aus, mit der größten Blattbreite deutlich oberhalb der Mitte, intermediär zwischen den Eltern. Der Blattrand ist in den oberen 2/3 zerstreut drüsig gezähnt, zum Blattgrund hin ganzrandig. Die Blattoberseite ist grün, sehr kurzhaarig, später verkahlend, dann schwach glänzend. Die Blattunterseiten sind graugrün, kurzhaarig filzig, später nur noch zerstreut behaart (Abb. 27). Kleine ovale und zugespitzte Nebenblätter sind nur vereinzelt drüsig gezähnt.

Salix cinerea × *repens* (*S.* × *subsericea* DÖLL) hat längliche, verkehrt eiförmige Blätter mit der größten Blattbreite deutlich oberhalb der Mitte, die kurze Blattspitze ist meist gerade, gelegentlich auch gefaltet. Die Blattnervatur ist oberseits nur wenig vertieft, unterseits meist deutlich hervortretend. Der Blattrand ist zerstreut fein drüsig gezähnt. Die Blätter sind oberseits matt-grün, kurz seidig filzig behaart, später verkahlend. Die Blatt-

zig behaart, später langsam verkahlend. Knospen rundlich bis länglich-oval, zugespitzt, gelblich-grün bis rötlich-gelb gefärbt. Schon am geschälten einjährigen Holz sind vereinzelt Striemen erkennbar. Es ist ein hoher Strauch, mit aufrechtem dickstämmigem Wuchs.

Salix daphnoides × *myrsinifolia* (*S.* × *inticensis* HUTER) hat ovale bis länglich ovale zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite in der Mitte. Die Nervatur ist oberseits nicht eingesenkt, unterseits treten der Mittelnerv und die Seitennerven deutlich hervor. Der Blattrand ist annähernd regelmäßig drüsig gesägt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün, schwach glänzend und kurz behaart, später kahl (Abb. 30). Die Blattunterseite erscheint grau bereift, nur die Blattspitze ist deutlich kräftig grün. Die Blattunterseite hat kräftige samtig-filzige Behaarung. Die Nebenblätter sind kräftig entwickelt, oval bis nierenförmig, zugespitzt und drüsig gesägt. Die jungen Triebe sind graubraun gefärbt und filzig samtig behaart, ältere Zweige kahl und rotbraun gefärbt. Die Knospen sind oval zugespitzt und hellbraun bis rotbraun gefärbt und behaart.



Abb. 29: Kreuzungskombination *S. cinerea* × *viminalis*.



Abb. 30: Kreuzungskombination *S. daphnoides* × *myrsinifolia*.

Salix daphnoides × *repens* (*S.* × *maritima* HARTWIG) bildet länglich-ovale bis schwach lanzettliche, scharf zugespitzte Blätter aus, mit der größten Blattbreite etwa in der Mitte bis etwas unterhalb der Mitte. Die Blattnervatur ist oberseits nicht vertieft, unterseits meist deutlich hervortretend. Der Blattrand ist regelmäßig drüsig gezähnt. Die Blätter sind oberseits dunkel- bis trübgrün, samtig-filzig behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist grau bis graugrün, silbrig seidig behaart (Haare parallel zum Mittelnerv, anliegend). Die Nebenblätter sind lanzettlich zugespitzt, zerstreut drüsig gezähnt. Die jungen Zweige sind rotbraun gefärbt und samtig filzig behaart, ältere Zweige kahl. Knospen dunkelrot bis rotbraun, oval zugespitzt, behaart (Abb. 31). Die Wuchsform eines in den Dünen bei Karlshagen (Insel Usedom) gefundenen Exemplars ist niederliegend, teilweise überweht, mit bogig aufsteigenden Ästen, ca. 0,40 m hoch.



Abb. 31: Kreuzungskombination *S. daphnoides* × *repens*.

Salix myrtilloides × *repens* (*S.* × *finnmarchica* WILLD.) hat länglich ovale bis eiförmige, kurz zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite unterhalb der Mitte. Die Blattnervatur



Abb. 32: Kreuzungskombination *S. myrtilloides* × *repens*.



Abb. 33: Kreuzungskombination *S. myrsinifolia* × *purpurea*.

eine samtig filzige Behaarung, nur die Blattspitze ist deutlich kräftig grün. Die Nebenblätter sind oval, zugespitzt und drüsig gezähnt. Die jungen Triebe und Knospen sind graubraun bis dunkelbraun gefärbt und filzig samtig behaart, ältere Zweige kahl. Die Knospen sind oval zugespitzt, behaart. Es ist ein mittelhoher Strauch mit aufrechten dünnen Ästen.



Abb. 34: Kreuzungskombination *S. myrsinifolia* × *repens*.

ist oberseits gelegentlich in Form des Mittelnervs wenig vertieft, unterseits sehr deutlich hervortretend (Abb. 32). Der Blattrand ist geringfügig nach unten gebogen und bis auf nur vereinzelte kleine Drüsenzähnen ganzrandig. Blätter oberseits dunkel- bis trübgrün, kurz samtig behaart. Die Blattunterseite ist graugrün bis bläulich grau, seidig behaart, schwach silbrig glänzend (Behaarung dünner, jedoch länger als auf der Oberseite, Haare größtenteils parallel zum Mittelnerv, anliegend). Die Nebenblätter sind kaum entwickelt, am ehesten an Langtrieben, sehr klein, schmal lanzettlich. Die jungen Zweige und Knospen sind braun bis rotbraun gefärbt und kurz graufilzig behaart, ältere Zweige kahl. Die Knospen sind kugelig bis oval, teilweise zugespitzt.

Salix myrsinifolia × *purpurea* (*S.* × *bekkeana* BECK) hat längliche bis breit ovale, kurz zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite in der Mitte bis etwas unterhalb der Mitte. Die Nervatur ist oberseits nicht eingesenkt, unterseits tritt insbesondere der Mittelnerv hervor. Der Blattrand ist ungleichmäßig drüsig gesägt (Abb. 33). Die Blätter sind oberseits dunkelgrün und kurz kraus behaart, später kahl. Die Blattunterseite erscheint grau bereift und hat

Salix myrsinifolia × *repens* (*S.* × *nana* SCHLEICH.) hat länglich-lanzettliche bis länglich-ovale, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas oberhalb der Mitte. Die Nervatur ist oberseits schwach eingesenkt, unterseits sind der Mittelnerv und die Seitennerven deutlich erkennbar. Der Blattrand ist unregelmäßig drüsig fein gesägt (Abb. 34). Die Blätter sind oberseits dunkelgrün, schwach glänzend und kurz samtig be-

haart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist samtig, schwach silbrig behaart, erscheint graugrün bis grün bereift, nur die äußerste Blattspitze ist größtenteils grün. Die Nebenblätter sind meist schwach entwickelt, lanzettlich, zugespitzt, drüsig gezähnt. Die jungen Triebe sind grünlich gelb bis graubraun gefärbt und kurz samtig behaart, ältere Zweige kahl. Die Knospen sind samtig behaart, rundlich oval zugespitzt und gelblich braun bis hellbraun gefärbt. *S. × nana* ist ein niedriger Strauch mit aufstrebenden dünnen Ästen.

Salix myrsinifolia × viminalis (*S. × seminigrans* A. et G. CAMUS) hat länglich-ovale zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas unterhalb der Mitte (Abb. 35). Die Blattnervatur ist oberseits nicht oder nur wenig vertieft, unterseits treten insbesondere der Mittelnerv, aber auch die bogig aufsteigenden Seitenerven, deutlich hervor. Der Blattrand ist unregelmäßig drüsig gezähnt bis gesägt und schwach nach unten umgerollt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün matt, sehr kurz behaart, schnell verkahlend. Unterseits sind die Erstblätter kräftig samtig silbrig behaart, Folgeblätter nur noch zerstreut, insbesondere auf dem Mittelnerv, behaart. Die Blattunterseite ist graugrün bis blaugrün bereift, nur die Blattspitze ist deutlich kräftig grün. Die Nebenblätter, vorrangig an Langtrieben, sind nierenförmig bis halbherzförmig, zugespitzt, drüsig gezähnt bis gesägt. Junge Zweige und Knospen sind gelblich grün bis rotbraun gefärbt, samtig filzig behaart, später kahl. Die Knospen sind rundlich bis länglich-oval, zugespitzt. Die Kreuzung ist ein hoher Strauch mit aufstrebenden kräftigen Zweigen.



Abb. 35: Kreuzungskombination *S. myrsinifolia × viminalis*.

Salix purpurea × repens (*S. × doniana* Sm.) bildet länglich-ovale bis lanzettliche, kurz zugespitzte Blätter aus mit der größten Blattbreite kurz oberhalb der Mitte. Die Blattnervatur ist oberseits nicht vertieft, unterseits ist insbesondere der Mittelnerv deutlich hervortretend. Der Blattrand ist nur zerstreut schwach drüsig gezähnt. Die Blätter sind oberseits dunkel- bis trübgrün, samtig behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist graugrün, silbrig seidig behaart (Haare parallel zum Mittelnerv, anliegend). Die Nebenblätter sind kaum entwickelt, nur an Langtrieben, sehr klein, lanzettlich und zugespitzt. Die jungen Zweige sind grünlich bis rotbraun gefärbt und samtig behaart, ältere Zweige kahl. Knospen dunkelrot bis rotbraun, länglich zugespitzt, behaart (Abb. 36). *S. × doniana* ist ein niedriger Strauch mit aufstrebenden dünnen Ästen.



Abb. 36: Kreuzungskombination *S. purpurea × repens*.



Abb. 37: Kreuzungskombination *S. purpurea* × *viminalis*.

kurz samtig behaart. Die Nebenblätter sind sehr schmal lanzettlich. Junge Zweige und Knospen sind gelblich-grün bis hellbraun gefärbt, sehr kurz samtig behaart, später verkahlend. Die Knospen sind länglich-lanzettlich (Abb. 37). *S. × rubra* ist ein hoher Strauch mit aufrechten dünnen Ästen.



Abb. 38: Kreuzungskombination *S. repens* × *viminalis*.

Salix purpurea × *viminalis* (*S. × rubra* HUDS.) hat länglich-lanzettliche, lang zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas unterhalb der Mitte. Die Blattnervatur ist oberseits nicht vertieft, unterseits treten insbesondere der Mittelnerve und die bogig aufsteigenden Seitennerven deutlich hervor. Der Blattrand ist schwach nach unten umgerollt und unregelmäßig drüsig gezähnt, im unteren Viertel bis Drittel jedoch ganzrandig. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün matt, zerstreut sehr kurz behaart, schnell verkahlend, unterseits nur wenig heller, sehr

Salix repens × *viminalis* (*S. × friesiana* ANDERSS.) hat schmal-lanzettliche bis länglich-lanzettliche, zugespitzte Blätter mit der größten Blattbreite etwas unterhalb der Mitte (Abb. 38). Die Blattnervatur ist oberseits wenig vertieft, unterseits tritt insbesondere der Mittelnerve deutlich hervor. Der Blattrand ist nach unten umgerollt und mit einzelnen Drüsenzähnen schwach bogig gewellt. Die Blätter sind oberseits graugrün bis trübgrün, kurz samtig behaart, später verkahlend. Die Blattunterseite ist graugrün bis silbergrau, silbrig seidig behaart (Haare glänzend, größtenteils parallel zum Mittelnerve, anliegend). Die Nebenblätter sind schwach entwickelt, schmal lanzettlich. Junge Zweige und Knospen sind gelblich-grün bis rötlich-braun gefärbt, kurz samtig behaart, später verkahlend. Die Knospen sind oval zugespitzt. Es ist ein niedriger Strauch mit aufstrebenden dünnen Ästen.



Abb. 39: Kreuzungskombination *S. triandra* × *viminalis*.

Salix triandra × *viminalis* (*S. × mollissima* EHRH.) bildet länglich-lanzettliche, zugespitzte Blätter aus mit der größten Blattbreite unterhalb der Mitte (Abb. 39). Die Blattnervatur ist oberseits nicht oder

nur wenig vertieft, unterseits tritt insbesondere der Mittelnerv deutlich hervor. Der Blatt- rand ist regelmäßig drüsig gezähnt und schwach nach unten umgerollt. Die Blätter sind oberseits dunkelgrün glänzend, nur zerstreut mit einzelnen kurzen Haaren, schnell verkahl- end, unterseits heller (grün bis hellgrün), matt, mit sehr kurzer, nur wenig samtiger Behaa- rung, später verkahlend. Die Nebenblätter sind halboval bis lanzettlich, zugespitzt, drüsig gezähnt. Junge Zweige und Knospen sind gelblich bis hellbraun gefärbt, kurz samtig be- haart, schnell verkahlend. Die Knospen sind länglich-oval, zugespitzt. Es ist ein Großstrauch, mit aufrechtem Wuchs und langen biegsamen Ästen.

3.3.4 Vergleichende Charakterisierung der Bastarde gegenüber den reinen Arten

Zur Charakterisierung der Blattparameter wurden aus dem mittleren Drittel der Triebe (her- barisiertes Zweigmaterial) je Individuum 10 bis 30 Blätter vermessen. Die Mittelwerte von 5 Kreuzungsjungpflanzen wurden mit den jeweiligen Elternarten (Mittelwerte aus 5 bis 10 Pflanzen der jeweiligen Art, unter Einbeziehung der Kreuzungseltern) verglichen. Bei Kreuz- ungen unter fünf Individuen, wurden jeweils von allen zur Verfügung stehenden Exempla- ren (1 bis 4) die Blattparameter erfaßt. Falls geeignetes Material zur Verfügung stand, wurde die gelenkte Kreuzung zusätzlich mit der am Naturstandort gefundenen Bastardverbindung blattmorphologisch verglichen.

Für die insgesamt 27 verschiedenen Kreuzungskombinationen wurde das Vererbungsverhal- ten hinsichtlich der verschiedenen Blattparameter, in Bezug auf die reinen Arten verglichen (Abb. 40).

Das **Spreitenverhältnis** weist bei 20 der Kreuzungskombinationen eine mehr oder weniger intermediäre Vererbung mit teilweiser Prävalenz zum einen oder anderen Elter auf. Bei drei Kombinationen lag der Wert des Spreitenverhältnisses deutlich über dem jeweiligen Mittel- wert beider Eltern. Dabei handelt es sich ausschließlich um Kreuzungen, bei denen beide Eltern über ein kleines Spreitenverhältnis verfügen (*S. caprea* = 1,72, *S. aurita* = 1,98, *S. myrsinifolia* = 2,22 und *S. cinerea* = 2,70). Die Kombinationen *S. aurita* × *myrsinifolia* = 2,60, *S. caprea* × *cinerea* = 3,30 und *S. caprea* × *myrsinifolia* = 2,45 zeigen ein über beiden Eltern liegendes Spreitenverhältnis. Ein dominanter Erbgang mit Ausprägung des Spreitenver- hältnisses vom Elter mit dem größeren Wert zeigt sich bei den drei Kreuzungskombinationen *S. cinerea* × *myrsinifolia*, *S. cinerea* × *repens* und *S. purpurea* × *repens*. Bei der Kreuzung *S. daphnoides* × *repens* = 3,31 dominiert der kleinere Wert im Spreitenverhältnis von *S. re- pens* = 3,34 über *S. daphnoides* = 5,05.

Der **Spreitenindex** verhält sich reziprok dem Spreitenverhältnis.

Das Merkmal **Stielindex** weist gegenüber den Elternarten nur sehr selten eine intermediäre Vererbung auf. Bei insgesamt 16 Kombinationen lag der Wert deutlich unter dem jeweiligen Mittelwert beider Eltern. Insbesondere bei Kreuzungen mit *S. aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. daphnoides* und *S. repens* war dies zu beobachten. Demgegenüber zeigten nur 10 Kreuz- ungs kombinationen ein mehr oder weniger intermediäres Verhalten in diesem Merkmalsin- dex. Hier sind es besonders Kreuzungen mit den Arten *S. purpurea* (kleiner Wert von 0,05), sowie *S. myrsinifolia* (relativ großer Wert von 0,17), die diese Ausprägung aufweisen. Einen dominanten Erbgang für den kleinen Stielindex von *S. purpurea* = 0,05 besitzt die Kreuzung *S. cinerea* × *purpurea* = 0,05.

In der Ausprägung des Merkmals der **Lage der breitesten Stelle** wurde überwiegend (20 Kombinationen) ein intermediäres Verhalten beobachtet mit teilweiser Annäherung zum ei- nen oder anderen Elter. Die zwei Kreuzungen *S. daphnoides* × *repens* und *S. purpurea* ×

Kreuzung	Spreitenverhältnis									Spreitenindex					Stielindex					Lage der breitesten Stelle		
	2	3	4	5	6	7	8	9	0,2	0,3	0,4	0,5	0,06	0,10	0,14	0,18	0,4	0,5	0,6			
Art A x Art B																						
<i>S. aurita</i> x <i>S. caprea</i>	↕											↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. cinerea</i>	↕	↕									↕	↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. daphnoides</i>	↕	↕									↕	↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. myrsinifolia</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. purpurea</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. repens</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. aurita</i> x <i>S. viminalis</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. bicolor</i> x <i>S. myrsinifolia</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. caprea</i> x <i>S. cinerea</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. caprea</i> x <i>S. myrsinifolia</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. caprea</i> x <i>S. repens</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. caprea</i> x <i>S. viminalis</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. cinerea</i> x <i>S. daphnoides</i>	↕	↕	↕								↕	↕										
<i>S. cinerea</i> x <i>S. myrsinifolia</i>	↕	↕	↕								↕	↕										

Abb. 40: Vergleichende Darstellung der Blattparameter der gelenkten Kreuzungen mit den jeweiligen Elternarten (Art A: ↕, Kreuzung: ↕, Art B: ↕).

Kreuzung Art A x Art B	Spreitenverhältnis									Spreitenindex					Stielindex					Lage der breitesten Stelle			
	2	3	4	5	6	7	8	9		0,2	0,3	0,4	0,5		0,06	0,10	0,14	0,18		0,4	0,5	0,6	
<i>S. cinerea</i> x <i>S. purpurea</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. cinerea</i> x <i>S. repens</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. cinerea</i> x <i>S. viminalis</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. daphnoides</i> x <i>S. myrsinifolia</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. daphnoides</i> x <i>S. repens</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. myrtilloides</i> x <i>S. repens</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. myrsinifolia</i> x <i>S. purpurea</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. myrsinifolia</i> x <i>S. repens</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. myrsinifolia</i> x <i>S. viminalis</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. purpurea</i> x <i>S. repens</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. purpurea</i> x <i>S. viminalis</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. repens</i> x <i>S. viminalis</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
<i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i>	↑	↑	↑	↑						↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑

repens lassen einen dominanten Erbgang gegenüber dem Elter mit dem kleineren Wert erkennen. *S. daphnoides* × *mysrsinifolia* zeigt eine dominante Vererbung gegenüber dem Elter mit dem größeren Wert. Die Lage der breitesten Stelle lag bei drei Kombinationen deutlich unter dem jeweiligen Mittelwert beider Eltern. Bei der Kreuzung *S. aurita* × *purpurea* lag die breiteste Stelle etwa in der Blattmitte, obwohl beide Eltern ihre größte Blattbreite deutlich in Richtung der Blattspitze verlagert haben. In einer weiteren Kreuzung mit *S. purpurea*, hier mit *S. mysrsinifolia*, verschiebt sich die Lage der breitesten Stelle noch unter die Blattmitte. *Salix myrtilloides* und *S. repens* haben ihre größte Blattbreite kurz unterhalb bzw. kurz oberhalb der Blattmitte, die Kreuzung jedoch nähert sich in der Lage der breitesten Stelle stärker dem Blattgrund. Bei der Kombination *S. caprea* × *mysrsinifolia* lagen die Werte der Eltern sowie der Kreuzung in der Blattmitte (Abb. 40).

Die gelenkten Kreuzungen wurden an exemplarischen Beispielen mit morphologisch identifizierten natürlichen Bastarden verglichen. Für die 7 am natürlichen Standort untersuchten Kombinationen ist erkennbar, daß eine weitestgehende Übereinstimmung der betrachteten Blattindices zwischen der Kreuzung und dem jeweiligen natürlichen Bastard gegeben ist.

Die adulten natürlichen Bastardpflanzen haben gegenüber den juvenilen Kreuzungen einen geringfügig größeren Stielindex. Die Spreitenverhältnisse der Kreuzungen sind, bis auf die Bastardkombination *S. cinerea* × *viminalis*, minimal größer als die der natürlichen Bastarde. Bezüglich der Lage der breitesten Stelle wurde die größte Ähnlichkeit der Werte beobachtet (Tab. 24).

Tab. 24: Vergleich von Blattindices gelenkter Kreuzungen mit natürlichen Bastarden

Bastardkombination	Kreuzung / natürlicher Bastard	Spreitenverhältnis	Spreitenindex	Stielindex	Lage der breitesten Stelle
<i>S. aurita</i> × <i>caprea</i>	gelenkte Kreuzung	1,91	0,53	0,12	0,58
	natürlicher Bastard	1,90	0,54	0,12	0,61
<i>S. aurita</i> × <i>cinerea</i>	gelenkte Kreuzung	2,40	0,42	0,11	0,60
	natürlicher Bastard	2,39	0,42	0,13	0,61
<i>S. aurita</i> × <i>repens</i>	gelenkte Kreuzung	2,56	0,41	0,09	0,59
	natürlicher Bastard	2,27	0,45	0,09	0,57
<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>	gelenkte Kreuzung	3,30	0,31	0,06	0,51
	natürlicher Bastard	3,01	0,33	0,09	0,51
<i>S. cinerea</i> × <i>purpurea</i>	gelenkte Kreuzung	3,50	0,30	0,05	0,61
	natürlicher Bastard	2,93	0,35	0,08	0,61
<i>S. cinerea</i> × <i>viminalis</i>	gelenkte Kreuzung	3,25	0,31	0,05	0,54
	natürlicher Bastard	4,33	0,24	0,09	0,50
<i>S. triandra</i> × <i>viminalis</i>	gelenkte Kreuzung	6,80	0,15	0,06	0,40
	natürlicher Bastard	6,59	0,16	0,09	0,43

3.4 Phänologische Vergleiche

Für die Jahre 1996 und 1997 wurden phänologische Daten erhoben. Im Jahr 1996 setzte die phänologische Entwicklung extrem spät ein (Abb. 41). Insbesondere die Monate Januar bis März waren durch niedrige Temperaturen gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu lag der April mit 1,7 K über dem langjährigen Mittel. Die besonders warme zweite Aprilhälfte verursachte eine sehr kurze Abfolge der phänologischen Entwicklungsstadien der Pflanzen.

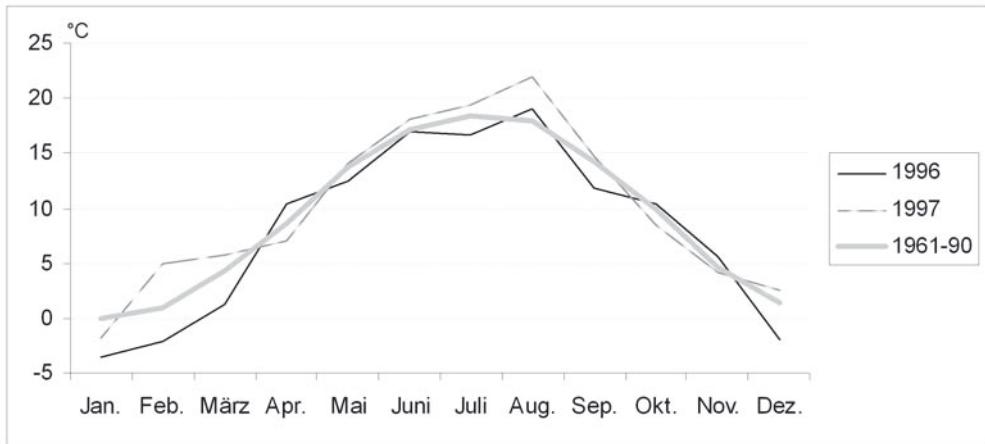


Abb. 41: Monatsmittel der Lufttemperatur in Berlin–Dahlem.

Gegensätzlich zum Jahr 1996 verhielt sich der Temperaturverlauf im Frühjahr 1997 (Abb. 41). Insbesondere der Februar lag um 4 K deutlich über dem langjährigen Mittel. Der positive Trend setzte sich im März mit +1,5 K fort, wobei dieser Monat in der zweiten Hälfte durch eine 8-tägige Frostperiode geprägt war. Im Gegensatz zum Vorjahr war der April mit 1,6 K zu kalt. Ausgehend von den Frühjahrstemperaturen für das Jahr 1997 waren zeitiger einsetzende und länger anhaltende phänologische Entwicklungsstadien der Pflanzen zu beobachten.

Die Unterschiede in der phänologischen Frühjahrsentwicklung zwischen den beiden untersuchten Jahren widerspiegeln sich besonders deutlich in den Blütezeiten (Vollblüte) ausgewählter Pflanzenarten (Tab. 25).

Tab. 25: Blütezeiten ausgewählter Pflanzenarten 1996 und 1997 in Eberswalde

Art	Vollblüte 1996	Vollblüte 1997
<i>Corylus avellana</i>	06.04.	23.02.
<i>Galanthus nivalis</i>	27.03.	28.02.
<i>Alnus glutinosa</i>	07.04.	01.03.
<i>Cornus mas</i>	17.04.	09.03.
<i>Forsythia suspensa</i>	22.04.	17.03.
<i>Acer platanoides</i>	24.04.	20.04.
<i>Taraxacum officinale</i>	29.04.	23.04.
<i>Prunus spinosa</i>	30.04.	22.04.

3.4.1 Phänologie reiner Arten

Im Jahr 1996 wurden an 53 Individuen, 1997 an 78 Individuen, verschiedener Strauchweidenarten bzw. -unterarten phänologische Beobachtungen in Eberswalde durchgeführt. Dabei wurden zu etwa gleichen Anteilen weibliche und männliche Individuen in die Untersuchungen einbezogen, welche in der Ergebnisdarstellung nicht gesondert dargestellt werden.

Durch den späten Vegetationsbeginn 1996 sind die Entwicklungsstadien der Blattentfaltung und Blüte auf einen sehr kurzen Zeitraum zusammengeschoben. Bis auf *S. aurita* (Mitte Mai) liegen die phänologischen Daten aller anderen Arten 1996 in einem sehr engen Zeitraum zwischen dem 14. April und 4. Mai (Abb. 42).

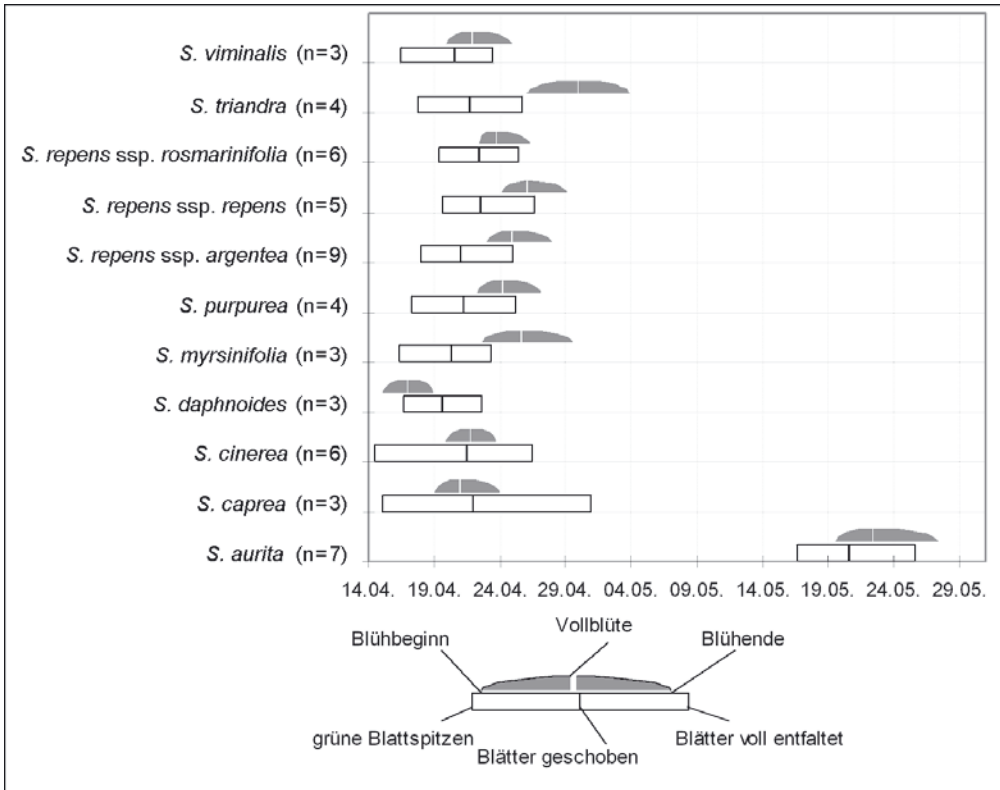


Abb. 42: Durchschnittlicher Blattaustrieb und Blühzeitraum verschiedener Weidenarten im Jahr 1996 am Versuchsstandort Eberswalde.

Demzufolge hätten im Jahr 1996 bis auf *S. aurita* (Blühbeginn erst weit nach Blühende der anderen Arten) theoretisch alle anderen Strauchweidenarten miteinander bastardieren können. Einzig *S. daphnoides* läuft in der Blüte etwas voraus, so daß ein Pollenangebot für später mit der Blüte einsetzende Arten wie *S. triandra* und *S. myrsinifolia* kaum gegeben sein könnte.

Begrenzend für mögliche Bastardierungen zwischen den einzelnen Arten ist 1996 jedoch der extrem kurze Blühzeitraum, verbunden mit einem sehr kurzzeitigen Pollenangebot.

Im Gegensatz zu 1996 setzte 1997 der Beginn der phänologischen Entwicklungsstadien der Weidenarten sehr zeitig ein. Vor allem die frühblühenden Arten *S. daphnoides* und *S. caprea* hatten Ende März, vor Blühbeginn der anderen Arten, die Blüte beendet. Die Mehrzahl der untersuchten Arten blühte im April, wobei sich die Blühdauer im Gegensatz zum Vorjahr bei allen Arten etwa verdoppelte (Abb. 43).

Im *Salix-repens*-Komplex existieren zwischen den Unterarten im Blühzeitraum sichtbare Unterschiede. *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* hat im Vergleich zu den anderen beiden Unterarten eine im Durchschnitt um zwei Wochen frühere Blütezeit.

Sehr variabel präsentierten sich die verschiedenen Herkünfte der Unterart *S. repens* ssp. *argentea* im Jahr 1997. Die untersuchten Exemplare von der Insel Bornholm setzten im Durchschnitt etwa zwei Wochen zeitiger mit der phänologischen Entwicklung ein als die

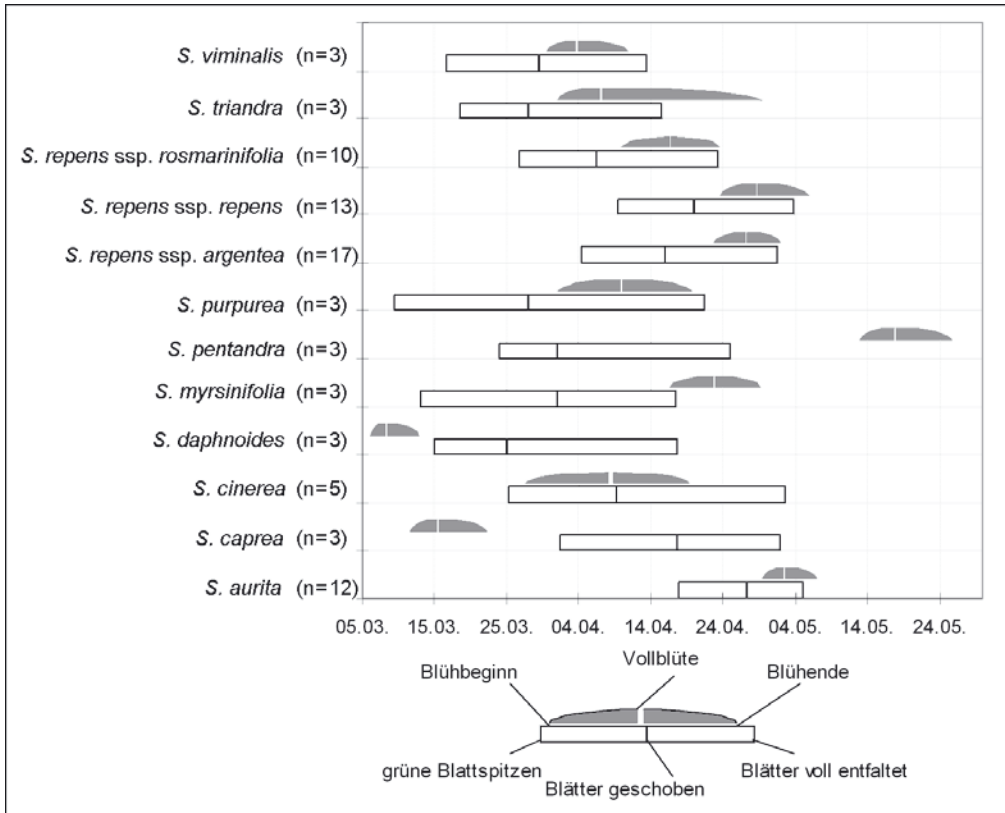


Abb. 43: Durchschnittlicher Blattaustrieb und Blühzeitraum verschiedener Weidenarten im Jahr 1997 am Versuchsstandort Eberswalde.

Individuen von der mecklenburgischen Ostseeküste bzw. die Exemplare der Binnenstandorte. Insbesondere war bei dieser Unterart auch ein vorlaufender phänologischer Entwicklungsbeginn der weiblichen Individuen erkennbar.

Mit Blühbeginn Anfang Mai liegt *S. aurita* nur noch im Blühzeitraum von *S. repens* ssp. *argentea* und *Salix repens* ssp. *repens* bzw. am Ende der Blüte von *S. myrsinifolia*. Die 1996 nicht untersuchte *S. pentandra* hat mit einem Blühzeitraum in der zweiten Maihälfte die absolut späteste Blütezeit.



Abb. 44: Vollblüte von *Salix caprea* ♀.

Bemerkenswert ist der Vergleich des Blattaustriebes mit dem Blühzeitraum. Während zeitig blühende Arten, wie *S. daphnoides* und *S. caprea*, nach der Blüte mit dem Blattaustrieb beginnen (Abb. 44), haben spätblühende Arten wie *S. myrsinifolia* und *S. pentandra* eine nachlaufende Blüte. Bei allen anderen untersuchten Arten geht die Blütezeit mit der Blattentwicklung einher.

3.4.2 Phänologische Unterschiede zwischen reinen Arten und Bastarden

Neben dem Vergleich phänologischer Daten reiner Arten wurde auch das phänologische Verhalten verschiedener Bastarde untersucht. Im Jahr 1996 wurden an 22 Individuen und 1997 an 50 Individuen verschiedener Bastardkombinationen phänologische Beobachtungen durchgeführt. Aufgrund der allgemein sehr eng zusammenliegenden phänologischen Entwicklungsstadien zwischen den reinen Arten und Bastarden wurden die Daten von 1996 nicht in der Ergebnisdarstellung berücksichtigt.

3.4.2.1 *Salix-repens*-Bastarde

Es wurden Bastarde von *S. repens* s. l. mit *S. aurita*, *S. cinerea*, *S. myrsinifolia*, *S. purpurea* und *S. viminalis* in die phänologischen Untersuchungen einbezogen (Abb. 45).

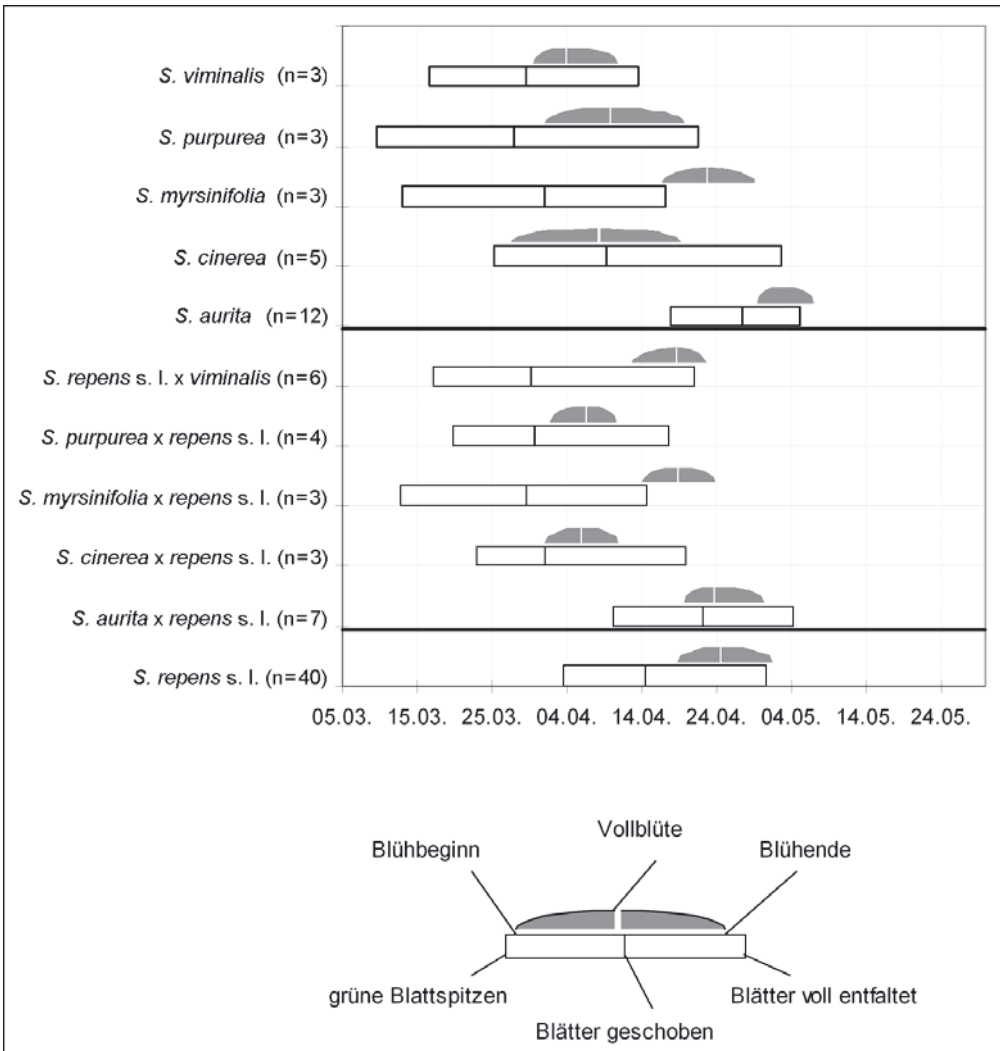


Abb. 45: Vergleich des Blattaustriebes und der Blütezeiten von *Salix-repens*-Bastarden und den dazugehörigen Elternarten.

Bei *S. aurita* × *repens* setzt der Blattaustrieb vor dem Beginn der Blüte ein, wobei der Bastard zwischen den Elternarten liegt. Im Blühzeitraum vererbt sich die über 2 Wochen später beginnende Blütezeit von *S. aurita* nicht auf den Bastard, da eine sehr gute Übereinstimmung im Blühzeitraum zu *S. repens* s. l. erkennbar ist.

S. cinerea × *repens* zeigt in Blattaustrieb und Blühzeitraum eine enge Vererbung gegenüber *S. cinerea*. *S. repens* s. l. beginnt mit dem Blattaustrieb und Blühzeitraum ca. 2 Wochen nach dem Bastard und *S. cinerea*.

Für *S. myrsinifolia* × *repens* ist insgesamt eine enge Korrelation gegenüber *S. myrsinifolia* erkennbar. Der Blattaustrieb des Bastards verläuft nahezu identisch mit dem Blattaustrieb von *S. myrsinifolia* und unterscheidet sich deutlich gegenüber der später mit der Blattentwicklung beginnenden *S. repens* s. l. Der Blühzeitraum beginnt bei *S. myrsinifolia* und *S. myrsinifolia* × *repens* s. l. erst in der letzten Phase des Blattaustriebes, der Entfaltung der Blätter.

Die Dauer der phänologischen Phasen des Bastards *S. purpurea* × *repens* s. l. ist besonders gegenüber *S. purpurea* verkürzt, bei jedoch starker Vererbung phänologischer Merkmale von *S. purpurea*.

Der Blattaustrieb von *S. repens* s. l. × *viminalis* zeigt eine enge Vererbung zu *S. viminalis*, dagegen ist in der Blütezeit eine Tendenz in der Erblichkeit gegenüber *S. repens* s. l. erkennbar.

3.4.2.2 *Salix-myrsinifolia*-Bastarde

Von *S. myrsinifolia* wurden drei Bastardkombinationen für die phänologischen Beobachtungen berücksichtigt. Neben den Bastarden mit *S. cinerea* und *S. viminalis* wurde der schon im vorherigen Kapitel näher betrachtete Bastard mit *S. repens* s. l. dargestellt.

Gegenüber *S. myrsinifolia* zeigen die Bastarde eine weitestgehende Übereinstimmung im Verhältnis des Blühbeginns zum Blattaustrieb. Die Blüte beginnt frühestens mit der Entfaltung der Blätter (*S. cinerea* × *myrsinifolia*), bzw. bei den anderen beiden Kombinationen und *S. myrsinifolia* erst mit der vollen Blattentfaltung.

S. cinerea × *myrsinifolia* zeigt im Zeitraum des Blattaustriebes eine große Ähnlichkeit gegenüber *S. myrsinifolia*, im Zeitpunkt der Blüte liegt der Bastard jedoch genau im Bereich der zeitiger blühenden *Salix cinerea*.

Salix myrsinifolia × *viminalis* zeigt gegenüber den Eltern einen etwa um die Hälfte verkürzten Blattaustrieb. Demzufolge liegt die Phase der voll entfalteten Blätter im Bereich des Schiebens der Blätter der Elternarten.

Gegenüber *S. myrsinifolia* zeigen alle drei Bastardkombinationen Gemeinsamkeiten in der relativen Lage von Blattaustrieb und Blühbeginn zueinander (Abb. 46).

3.4.2.3 *Salix-viminalis*-Bastarde

Von *S. viminalis* wurden fünf Bastardkombinationen in die phänologischen Beobachtungen einbezogen. Neben den Bastarden mit *S. aurita*, *S. purpurea* und *S. triandra* wurden die schon vorher näher betrachteten Bastarde mit *S. myrsinifolia* und *S. repens* s. l. dargestellt.

Der Bastard zwischen *S. aurita* und *S. viminalis* vermittelt annähernd intermediär zwischen den Eltern, wobei jedoch im Zeitpunkt der Blüte eine stärkere Bindung zur spät blühenden *Salix aurita* zu beobachten ist.

Salix triandra und *S. viminalis* haben zeitlich ein fast identisches phänologisches Entwicklungsverhalten, ausgenommen von einer länger anhaltenden Vollblüte bei *S. triandra*. Beim Bastard *S. triandra* × *viminalis* ist in den Phasen des Blattaustriebes, ausschließlich einer geringfügigen Verlängerung des Zeitraumes, eine gute Übereinstimmung mit den Elternarten

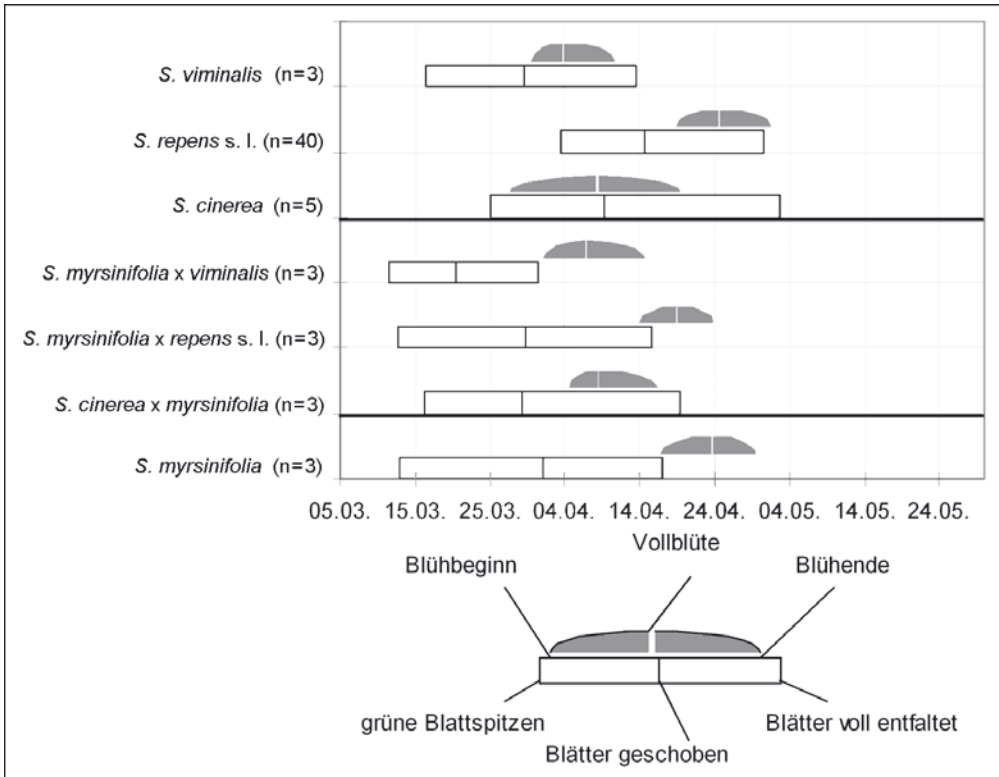


Abb. 46: Vergleich des Blattaustriebes und der Blüthezeiten von *Salix-myrsinifolia*-Bastarden und den dazugehörigen Elternarten.

zu beobachten. Der Zeitraum der Blüthe ist beim Vergleich des Bastards zu den Elternarten größtenteils gleich. Im Vergleich mit *S. triandra* gibt es eine Übereinstimmung in den Phasen des Blühbeginns und der Vollblüte. Das Ende der Blüthe, durch kontinuierliches Aufblühen von Blütenknospen bei *S. triandra* gekennzeichnet, vererbt sich jedoch nicht auf den Bastard.

Auch *S. purpurea* und *S. viminalis* haben zeitlich ein annähernd gleiches phänologisches Entwicklungsverhalten. Beim Bastard *S. purpurea* × *viminalis* ist in den Phasen des Blattaustriebes eine Übereinstimmung mit den Elternarten zu beobachten. Der Zeitraum der Blüthe ist beim Bastard entgegen den Elternarten geringfügig vorgelagert (Abb. 47).

3.4.2.4 Phänologische Unterschiede zwischen *Salix-repens*-Unterarten, einschließlich Hybriden zwischen diesen Unterarten

Die zeitiger austreibende ssp. *rosmarinifolia* unterscheidet sich, wie schon erwähnt, im Blattaustrieb deutlich von ssp. *repens* bzw. von ssp. *argentea*. Auch im Zeitraum der Blüthe setzt sich diese Tendenz von ssp. *rosmarinifolia* gegenüber ssp. *repens* bzw. ssp. *argentea* fort. Zwischen ssp. *argentea* und ssp. *repens* wurden im Zeitraum des Blattaustriebes bzw. im Blühzeitraum kaum Unterschiede beobachtet. Aufgrund der Unterschiede, insbesondere gegenüber ssp. *rosmarinifolia*, erschien eine genauere Analyse der phänologischen Daten der

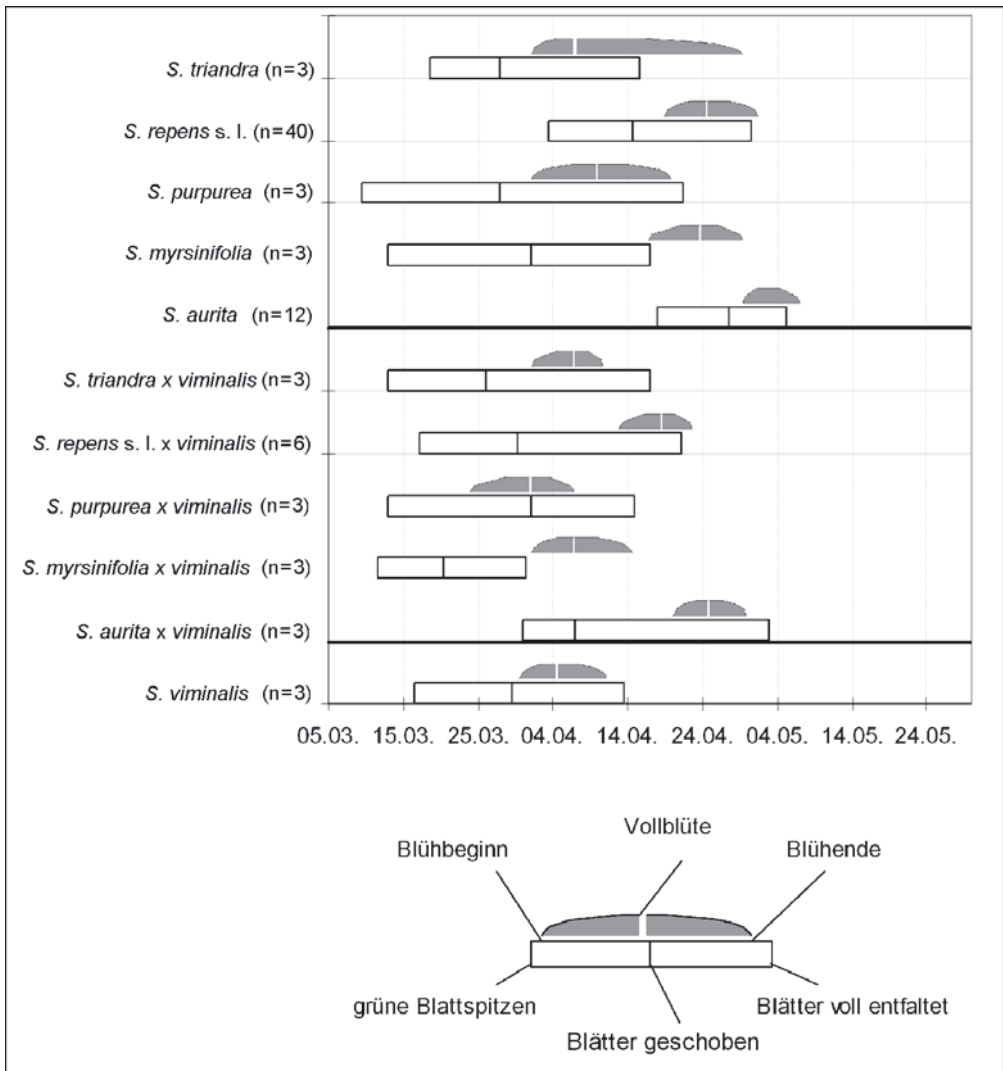


Abb. 47: Vergleich des Blattaustriebes und der Blütezeiten von *Salix-viminalis*-Bastarden und den dazugehörigen Elternarten.

Unterartenhybriden sinnvoll. Die Unterartkreuzung *ssp. argentea* × *ssp. repens* beginnt mit dem Blattaustrieb geringfügig vor beiden Eltern. Im Blühzeitraum gibt es kaum Unterschiede von *ssp. argentea* × *ssp. repens* gegenüber *ssp. argentea* bzw. *ssp. repens*. Für die Unterartkreuzung *ssp. repens* × *ssp. rosmarinifolia* ist eine enge Korrelation in den phänologischen Phasen gegenüber *ssp. rosmarinifolia* erkennbar. Aus der Kreuzung der Unterarten *ssp. argentea* und *ssp. rosmarinifolia* ergibt sich im Blattaustrieb eine deutlichere Übereinstimmung zu *ssp. rosmarinifolia*. Der Blühzeitraum der Unterartkreuzung *ssp. argentea* x *ssp. rosmarinifolia* ist interessanterweise gegenüber beiden Eltern vorlaufend, liegt also auch noch eine Woche vor der zeitig blühenden *ssp. rosmarinifolia* (Abb. 48).

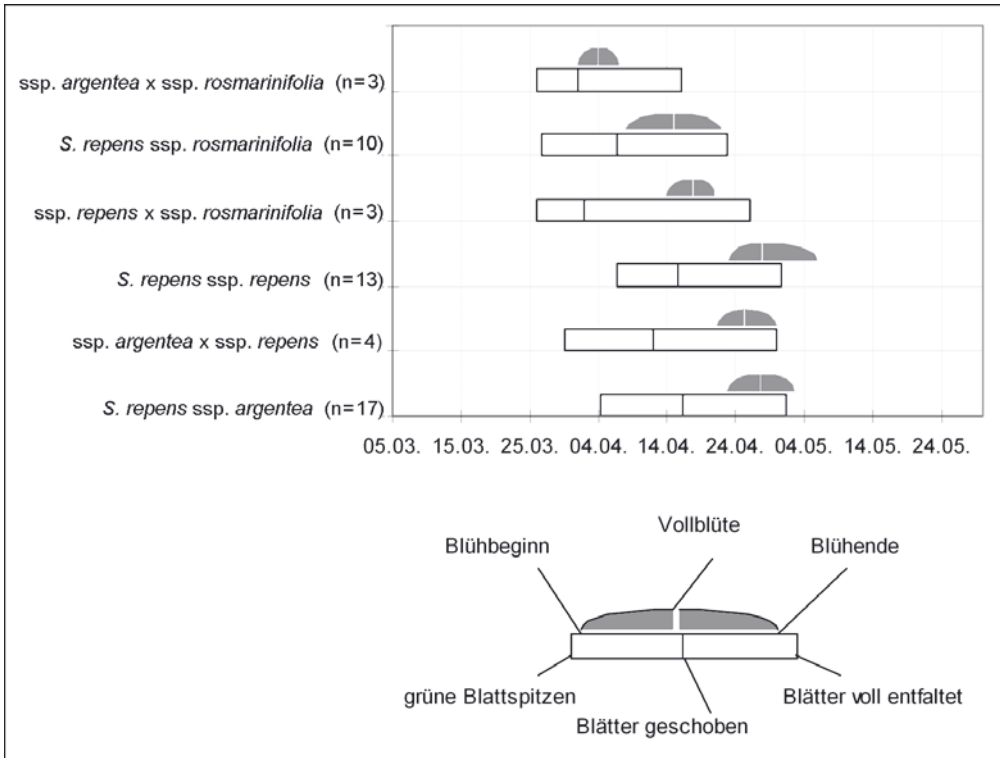


Abb. 48: Phänologische Unterschiede zwischen *Salix-repens*-Unterartenhybriden.

4 Biochemische und genetische Untersuchungen

4.1 Isoenzymanalysen

Die neun verwendeten Enzymsysteme werden von mindestens 11 Genloci kodiert. Diese Genloci wiesen eine genügend große Aktivität und interpretierbare Bandenmuster auf. Von diesen 11 Genloci erwiesen sich 10 als polymorph und ein Locus als monomorph (Tab. 26). Mit Ausnahme des Enzyms Leucin-Aminopeptidase (Enzymgruppe II) wirken alle anderen Enzymsysteme im primären Stoffwechsel der Gehölze. Diese Enzyme sind an der Regulation des Zitronensäurezyklus und der Atmungskette beteiligt (Dehydrogenasen) bzw. gewährleisten andere lebenswichtige Funktionen von Organismen (BERGMANN 1991, TUROK 1996). Für die Genloci wurde die genetische Kontrolle und Mendelsche Vererbung durch die Einbeziehung von gelenkten Kreuzungen in die Untersuchungen nachgewiesen.

Das monomere Enzymsystem **LAP** besitzt einen Genlocus mit einer sehr hohen Mobilität im elektrischen Feld. Bei den untersuchten Vertretern der Gattung *Salix* L. kamen an diesem Genort bis zu 4 verschiedene Allele vor. Beim Enzymsystem **PGI** konnten insgesamt zwei aktive Genorte beobachtet werden. Beim schnell wandernden Genlocus PGI-A wurden 2 Allele interpretiert. Der Genort PGI-B besitzt eine geringe Mobilität. Hier konnten 5 verschiedene Allele beobachtet werden. Dieses Enzym besitzt eine dimere Proteinstruktur. Das monomere Enzymsystem **NADH** besitzt einen Genort mit einer geringen Wanderungsgeschwindigkeit.

Tab. 26: Zusammenstellung der Enzymsysteme mit den kodierenden Genloci, der Anzahl der Allele, der Proteinstruktur und der Enzymgruppe

Enzymsysteme	Nomenklatur	Genloci	Allele	Proteinstruktur	Enzymgruppe
Leucin-Amino-peptidase	EC 3.4.11.1	LAP-A	4	Monomer	II
Phosphoglucose-Isomerase	EC 5.3.1.9	PGI-A PGI-B	2 5	Dimer	I
NADH-Dehydrogenase	EC 1.6.99.1	NADH-A	3	Monomer	I
Sorbitol-Dehydrogenase	EC 1.1.1.14	SBDH-A	3	Dimer	I
Isocitrat-Dehydrogenase	EC 1.1.1.42	IDH-A	3	Dimer	I
Aspartataminotransferase	EC 2.6.1.1	AAT-A AAT-B	3 2	Dimer	I
6-Phosphogluconat-Dehydrogenase	EC 1.1.1.44	6-PGDH-A	1	Dimer	I
Phosphoglucomutase	EC 5.4.2.2	PGM-A	4	Monomer	I
Shikimat-Dehydrogenase	EC 1.1.1.25	SKDH-A	4	Monomer	I

Es konnten 3 allelische Varianten unterschieden werden. Die Anfärbung der Gele auf das dimere Enzymsystem **SBDH** ergab einen intensiv gefärbten Genlocus mit geringer bis mittlerer Mobilität. Bei SBDH wurden 3 verschiedene Allele beobachtet. Ein Genort mit hoher Mobilität wurde beim Enzymsystem **IDH** nachgewiesen. Desweiteren zeigten die Gele eine unspezifische Anfärbung mit geringerer Mobilität. Es wurden drei allelische Varianten unterschieden. Das dimere Enzymsystem **AAT** war an zwei voneinander getrennten Genorten aktiv. Der weiter wandernde Genort AAT-A hatte drei verschiedene Allele. Beim Genort AAT-B gab es zwei allelische Varianten. Der eine nachgewiesene Genort mit geringer Mobilität beim Enzymsystem **6-PGDH** hatte bei allen untersuchten Individuen keine Variabilität und erwies sich bei allen untersuchten Weidenarten als monomorph. Beim Enzymsystem **PGM** wurde ein Genort mit mittlerer Mobilität festgestellt. Es konnten 4 allelische Varianten unterschieden werden. Das monomere Enzymsystem **SKDH** besitzt einen Genort mit mittlerer Wanderungsgeschwindigkeit. Hier konnten 4 verschiedene Allele interpretiert werden.

4.1.1 Artspezifische Variation, Möglichkeiten und Grenzen der Trennung von Arten anhand von Bandenhäufigkeiten

Für die Untersuchungen wurden die im NO-deutschen Tiefland vorkommenden Strauchweidenarten ausgewählt. Die Allelfrequenzen der untersuchten Arten können Tab. 27 entnommen werden.

Für die untersuchten Arten wurden folgende populationsgenetische Parameter berechnet (Tab. 28):

A = Anzahl Allele pro Genort

P = Anteil polymorpher Genorte

AP = Anzahl Allele pro polymorphem Genort

A_e = effektive Anzahl Allele $A_e = 1 / (1 - H_e)$

H_a = beobachteter Heterozygotiegrad

H_e = erwarteter Heterozygotiegrad = genetische Diversität $H_e = 1 - \sum_i p_i^2$

Der *Salix-repens*-Komplex weist bei der Anzahl der Allele pro Genort, dem Anteil polymorpher Genorte und der Anzahl Allele pro polymorphem Genort die größten Werte auf (Tab. 28). Die kleineren Werte der anderen Arten sind vor allem ein Problem der Erfassung seltener Allele bei einem geringen Stichprobenumfang. GREGORIUS (1980) berechnete Wahrscheinlich-

Tab. 27: Allelfrequenzen der 11 untersuchten Isoenzym-Loci für 10 Weidenarten (n = Anzahl untersuchter Individuen; --- = keine auswertbaren Bandenmuster)

Locus	Allel	<i>Salix aurita</i> n=48	<i>Salix caprea</i> n=28	<i>Salix cinerea</i> n=47	<i>Salix daphnoides</i> n=15	<i>Salix myrsinifolia</i> n=15	<i>Salix pentandra</i> n=20	<i>Salix purpurea</i> n=20	<i>Salix repens</i> n=97	<i>Salix triandra</i> n=40	<i>Salix viminalis</i> n=45
SBDH-A	1	0	0	0,027	0	0	0,500	0	0,812	0	0
	2	0,966	1,000	0,892	1,000	1,000	0,500	1,000	0,188	1,000	1,000
	3	0,034	0	0,081	0	0	0	0	0	0	0
LAP-A	1	0	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0,194
	2	0,047	0,778	0,095	0	0,250	0,250	0,333	0,232	0,875	0,806
	3	0,953	0,222	0,905	0,611	0,750	0,750	0,667	0,756	0,125	0
	4	0	0	0	0,389	0	0	0	0	0	0
PGI-A	1	0,265	0,333	0,382	0	0	0	0	0,085	0,406	0,097
	2	0,735	0,667	0,618	1,000	1,000	1,000	1,000	0,915	0,594	0,903
PGI-B	1	0	0	0	0	0	0,333	0	0,018	0	0
	2	0,059	0,167	0,214	0,143	0,056	0,417	0	0,056	0,219	0,109
	3	0,897	0,833	0,381	0,857	0,944	0,250	1,000	0,741	0,531	0,828
	4	0,044	0	0,048	0	0	0	0	0,167	0,250	0,063
	5	0	0	0,357	0	0	0	0	0,018	0	0
NADH-A	1	0,191	0	0	0	0	0,750	0,400	0,037	0,250	0,333
	2	0,809	1,000	1,000	1,000	1,000	0,250	0,600	0,939	0,750	0,667
	3	0	0	0	0	0	0	0	0,024	0	0
IDH-A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,292
	2	0,957	1,000	1,000	0,833	0,667	1,000	1,000	1,000	1,000	0,708
	3	0,043	0	0	0,167	0,333	0	0	0	0	0
AAT-A	1	---	---	0,409	---	---	---	---	0,350	---	---
	2	---	---	0,455	---	---	---	---	0,250	---	---
	3	---	---	0,136	---	---	---	---	0,400	---	---
AAT-B	1	1,000	0,917	0,350	---	---	---	---	0,286	0,182	0,125
	2	0	0,083	0,650	---	---	---	---	0,714	0,818	0,875
6PGDH-A	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
PGM-A	1	0,147	0,500	0,625	0,167	0,333	0,278	0,250	0,200	0	0,125
	2	0,853	0,500	0,375	0,583	0,500	0,333	0,500	0,800	0,750	0,875
	3	0	0	0	0,250	0	0,278	0,250	0	0,250	0
	4	0	0	0	0	0,167	0,111	0	0	0	0
SKDH-A	1	0	0	0,095	0	0	0,250	0	0,187	0	0,167
	2	0,515	0,333	0,595	0,625	0,750	0,250	1,000	0,626	0	0,667
	3	0,485	0,667	0,310	0,250	0,250	0,500	0	0,187	0,250	0,167
	4	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0,750	0

keiten bezogen auf den Stichprobenumfang, mit welchen ein seltenes Allel nicht entdeckt wird. So gibt TUROK (1996) bei einem Umfang von 100 Proben an, daß Allele unter einer Häufigkeit von 6 % nur durch Zufall in der Stichprobe entdeckt werden. Bei einem Stichprobenumfang von 50 werden Allele mit einer Häufigkeit von unter 10 % nur durch Zufall entdeckt.

Innerhalb des *Salix-repens*-Komplexes gab es über die Allel- bzw. Genotypdifferenzen genetische Abstände (d_0) von weniger als 0,1 zwischen den Unterarten (Tab. 29).

Der χ^2 -Test der Alleldifferenzen weist mit Irrtumswahrscheinlichkeiten zwischen 0,724 und 0,998 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Unterarten auf. Demzufolge wurden die Unterarten in diesem Kapitel nicht weiter gesondert betrachtet. Nachfolgende Angaben beziehen sich in der Regel auf *Salix repens* s. 1.

Zwischen den 10 untersuchten *Salix*-Arten konnte keine Homogenität der Allel- bzw. Genotypdifferenzen nachgewiesen werden.

Tab. 28: Populationsgenetische Parameter der untersuchten Weidenarten (n = Anzahl untersuchter Individuen)

Art	A	P	AP	A _e	H _a	H _e
<i>S. aurita</i> / n=48	1,90	0,80	2,13	1,23	11,76	18,79
<i>S. caprea</i> / n=28	1,60	0,60	2,00	1,28	11,11	21,64
<i>S. cinerea</i> / n=47	2,18	0,73	2,63	1,44	27,27	30,69
<i>S. daphnoides</i> / n=15	1,78	0,56	2,40	1,30	13,58	23,32
<i>S. myrsinifolia</i> / n=15	1,67	0,56	2,20	1,27	14,44	21,23
<i>S. pentandra</i> / n=20	2,11	0,67	2,67	1,57	40,00	36,11
<i>S. purpurea</i> / n=20	1,44	0,33	2,33	1,21	9,26	17,21
<i>S. repens</i> s. l. / n=97	2,45	0,82	2,78	1,43	19,08	29,93
<i>S. triandra</i> / n=40	1,80	0,70	2,14	1,38	16,67	27,31
<i>S. viminalis</i> / n=45	2,00	0,80	2,25	1,33	17,65	24,81

Tab. 29: Genetische Abstände (d₀) zwischen den *Salix-repens*-Unterarten

Paarung	d ₀ Genotypen	d ₀ Allele	χ ² Allele
ssp. <i>argentea</i> - ssp. <i>repens</i>	0,076	0,063	0,888
ssp. <i>argentea</i> - ssp. <i>rosmarinifolia</i>	0,094	0,058	0,998
ssp. <i>repens</i> - ssp. <i>rosmarinifolia</i>	0,094	0,059	0,724

Der geringste genetische Abstand (d₀) über Allele wurde zwischen *S. daphnoides* und *S. myrsinifolia* (*S. nigricans*) berechnet. Hier ergab der χ²-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,03 einen signifikanten Unterschied. Alle anderen errechneten genetischen Abstände verfügen über größere Werte. Der χ²-Test ergab zwischen allen anderen untersuchten Arten grundsätzlich Werte kleiner als 0,03. Somit können zwischen den Arten signifikante Unterschiede über die Allel- bzw. Genotypedifferenzen bestätigt werden. Der paarweise Vergleich der genetischen Abstände ist Tab. 30 zu entnehmen.

Auf Grundlage der Distanzmatrix der Allel- bzw. Genotypedifferenzen (Tab. 30 und 31) wurde mit Hilfe des Programmpaketes SAS je eine Clusteranalyse (Average Linkage Cluster Analysis) durchgeführt und als Dendrogramme dargestellt (Abb. 49 und 50).

Der mittlere genetische Abstand über die Alleldifferenzen für alle untersuchten Arten beträgt 0,282. Auf Grundlage der Allelfrequenzen ließen sich *S. aurita* und *S. caprea* zu einer Gruppe zusammenfassen. Eine weitere Gruppe wird aus den Arten *S. daphnoides* und *S. myrsinifolia* (*S. nigricans*) gebildet. Diese Arten erwiesen sich als leicht kreuzbar. In montanen Regionen

Tab. 30: Genetischer Abstand (d₀) über Alleldifferenzen

Art	<i>S. aurita</i>	<i>S. caprea</i>	<i>S. cinerea</i>	<i>S. daphnoides</i>	<i>S. myrsinifolia</i>	<i>S. pentandra</i>	<i>S. purpurea</i>	<i>S. repens</i>	<i>S. triandra</i>
<i>S. aurita</i>									
<i>S. caprea</i>	0,180								
<i>S. cinerea</i>	0,227	0,229							
<i>S. daphnoides</i>	0,196	0,234	0,267						
<i>S. myrsinifolia</i>	0,163	0,206	0,213	0,132					
<i>S. pentandra</i>	0,350	0,371	0,350	0,401	0,344				
<i>S. purpurea</i>	0,197	0,259	0,299	0,194	0,168	0,301			
<i>S. repens</i>	0,258	0,329	0,245	0,263	0,217	0,310	0,258		
<i>S. triandra</i>	0,326	0,268	0,305	0,322	0,357	0,423	0,313	0,335	
<i>S. viminalis</i>	0,286	0,279	0,325	0,249	0,232	0,422	0,221	0,254	0,249

sind diese Arten oft miteinander vergesellschaftet und bilden häufig das Mantelgebüsch an inneralpinen Flüssen und Bächen. In einem weiteren Cluster sind *S. cinerea* und *S. repens* zusammengefaßt. Kreuzungen zwischen diesen beiden Arten erwiesen sich auch als erfolgreich. Alle bisher genannten Arten gehören grundsätzlich der Untergattung *Vetrix* DUM. an.

In einem gemeinsamen Cluster sind die Arten *S. triandra* und *S. viminalis* zusammengefaßt. Beide gehören unterschiedlichen Untergattungen (*Salix* bzw. *Vetrix*) an. Zwischen beiden Untergattungen gelang ausschließlich diese Kreuzung. Auch ist diese Bastardverbindung der häufigsten Vertreter der Auengebüsche des Tieflandes nicht selten (Abb. 49).

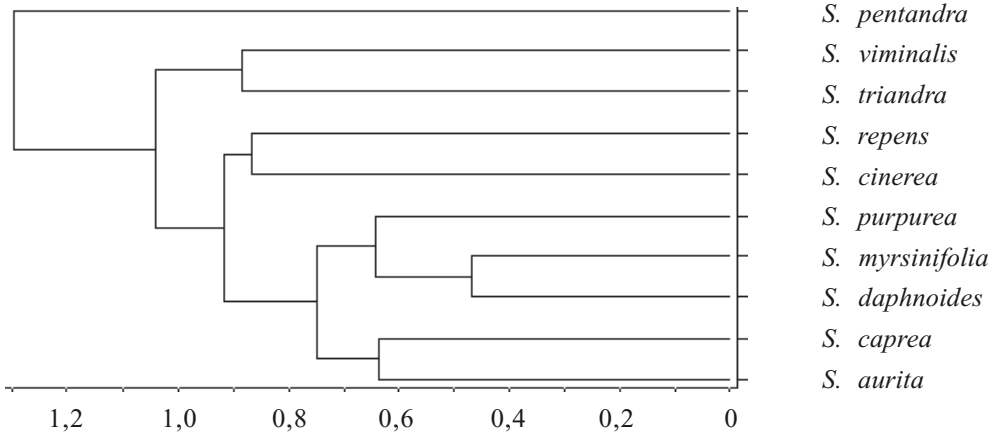


Abb. 49: Dendrogramm genetischer Abstände bezogen auf Allelfrequenzen.

Eine isolierte taxonomische Stellung gegenüber den bisher erwähnten Arten zeigt *S. pentandra*. Kreuzungsversuche zu allen in die Isoenzymuntersuchungen einbezogenen Strauchweidenarten gelangen ebenfalls nicht. *S. pentandra* steht in verwandtschaftlichen Beziehungen zu *S. alba* und *S. fragilis*, mit denen sie gemeinsam in der Untergattung *Salix* steht und von denen auch gemeinsame Bastardverbindungen beobachtet wurden.

Die clusteranalytische Gruppierung auf Grundlage der Genotypdifferenzen ergab gegenüber der Analyse der Alleldifferenzen nur geringe Verschiebungen. Der mittlere genetische Abstand über die Genotypdifferenzen für alle untersuchten Arten beträgt 0,388.

Tab 31: Genetischer Abstand (d_0) über Genotypdifferenzen

Art	<i>S. aurita</i>	<i>S. caprea</i>	<i>S. cinerea</i>	<i>S. daphnoides</i>	<i>S. myrsinifolia</i>	<i>S. pentandra</i>	<i>S. purpurea</i>	<i>S. repens</i>	<i>S. triandra</i>
<i>S. aurita</i>									
<i>S. caprea</i>	0,288								
<i>S. cinerea</i>	0,294	0,276							
<i>S. daphnoides</i>	0,278	0,270	0,359						
<i>S. myrsinifolia</i>	0,213	0,280	0,287	0,218					
<i>S. pentandra</i>	0,490	0,580	0,561	0,576	0,500				
<i>S. purpurea</i>	0,300	0,320	0,382	0,296	0,251	0,481			
<i>S. repens</i>	0,333	0,385	0,313	0,360	0,306	0,462	0,362		
<i>S. triandra</i>	0,400	0,346	0,390	0,419	0,474	0,586	0,439	0,421	
<i>S. viminalis</i>	0,339	0,360	0,402	0,342	0,302	0,578	0,336	0,364	0,355

Innerhalb der Untergattung *Vetrix* DUM. wurden jeweils zwei Arten zu einem Cluster zusammengefaßt (Abb. 50). Mit *S. cinerea* und *S. caprea* waren das zwei Arten aus der Sektion *Vetrix* DUM., welche zusammen gruppiert sind. Desweiteren waren *S. aurita* und *S. myrsinifolia* (*S. nigricans*) in einer Gruppe zu finden. Aus der Kreuzung dieser beiden Arten entwickelten sich besonders vitale und wüchsige Jungpflanzen.

Wiederum zeigt *S. pentandra* eine isolierte Stellung gegenüber den anderen untersuchten Arten. Die wie *S. pentandra* zur Untergattung *Salix* gehörende *S. triandra* zeigt die zweitgrößten Distanzen an.

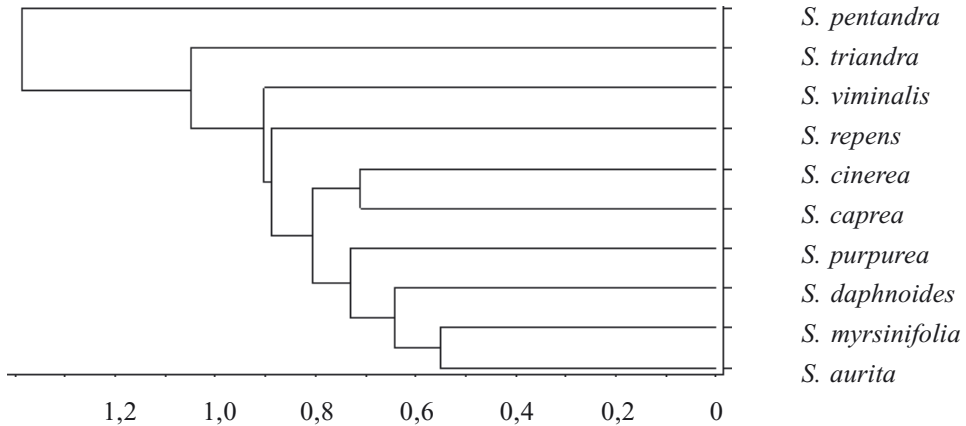


Abb. 50: Dendrogramm genetischer Abstände bezogen auf Allelfrequenzen.

Die genetische Kontrolle und Mendelsche Vererbung konnte unter Einbeziehung von gelenkten Kreuzungen zwischen den Weidenarten bestätigt werden (Tab. 32).

Tab. 32: Ergebnisse gelenkter Kreuzungen an 6 verschiedenen Genorten

Genort	Genotypkombination weiblicher Elter	Genotypkombination männlicher Elter	Genotypkombination F ₁
SBDH-A	2-2	2-2	100%=2-2
SBDH-A	2-2	1-1	100%=1-2
LAP-A	2-2	2-2	100%=2-2
LAP-A	2-2	2-3	50%=2-2; 50%=2-3
LAP-A	2-2	2-3	67%=2-2; 33%=2-3
LAP-A	3-3	3-3	100%=3-3
PGI-A	2-2	1-1	100%=1-2
PGI-B	3-3	3-3	100%=3-3
PGI-B	3-3	4-4	100%=3-4
IDH-A	2-2	2-2	100%=2-2
PGM-A	2-2	2-2	100%=2-2

4.1.2 Möglichkeiten der Identifizierung von Bastarden am Beispiel von *Salix repens* L.

Innerhalb des *Salix-repens*-Komplexes waren an den 11 ausgewerteten Genorten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Allelfrequenzen der Unterarten erkennbar. Demzufolge wurden die Unterarten bei diesem Untersuchungsteil zur Gesamtart zusammengefaßt. Im Freiland wurden 19 Individuen der Bastardverbindung *S. aurita* × *repens* (*S.* × *ambigua* EHRH.) und 6 Individuen der Bastardverbindung *S. repens* × *viminalis* (*S.* × *friesiana* ANDERSS.) anhand morphologischer Merkmale ausgewählt. Diese phänotypisch meist intermediären Exemplare wurden neben den reinen Arten in die Isoenzymuntersuchungen mit einbezogen.

An den Genorten SBDH-A, LAP-A und IDH-A zeichnen sich zwischen den Allelfrequenzen der Elternarten *S. repens*, *S. aurita* und *S. viminalis* deutliche Unterschiede ab (Tab. 33).

Tab. 33: Vergleich von Allelfrequenzen an den Genorten SBDH-A, LAP-A und IDH-A

Locus	Allel	<i>S. repens</i> n=97	<i>S. aurita</i> × <i>repens</i> n=19	<i>S. repens</i> × <i>viminalis</i> n=6	<i>S. aurita</i> n=48	<i>S. viminalis</i> n=45
SBDH-A	1	0,812	0,474	0,500	0	0
	2	0,188	0,526	0,500	0,966	1,000
	3	0	0	0	0,034	0
LAP-A	1	0,012	0	0,167	0	0,194
	2	0,232	0,167	0,583	0,047	0,806
	3	0,756	0,833	0,250	0,953	0
IDH-A	1	0	0	0,250	0	0,292
	2	1,000	0,967	0,750	0,957	0,708
	3	0	0,033	0	0,043	0

Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH)

Bei *S. repens* trat das Allel A₁ mit einer Frequenz von 0,812 am R_F-Wert (relative Wanderungsrate bezogen auf die Mobilität im Gel) von 0,20 auf. Das Allel A₂ trat seltener, jedoch auch 8 mal als homozygoter Typ, mit einer Allelfrequenz von 0,188 am R_F-Wert von 0,16 auf. Bei *S. aurita* und *S. viminalis* wurde das Allel A₁ nicht beobachtet. Für *S. viminalis* erwies sich dieser Genort als monomorph für das Allel A₂. Bei *S. aurita* konnte neben dem Allel A₂ mit einer Frequenz von 0,966 das sehr seltene Allel A₃ am R_F-Wert von 0,12 beobachtet werden, jedoch nur in heterozygoter Ausprägung. Bei den Bastardkombinationen *S. aurita* × *repens* und *S. repens* × *viminalis* trat die erwartete Rekombination der beiden häufigen Allele auf.

Für *S. repens* × *viminalis* wurden grundsätzlich nur heterozygote Typen zwischen den Allelen A₁ und A₂ beobachtet. *S. aurita* × *repens* hatte neben der heterozygoten Ausprägung aus A₁ und A₂ noch ein Individuum mit homozygotem Allel A₂. Im Unterschied zum bei *S. repens* dominierenden Allel A₁ überwiegt bei allen anderen Strauchweidenarten das Allel A₂ (Abb. 51 und 52).

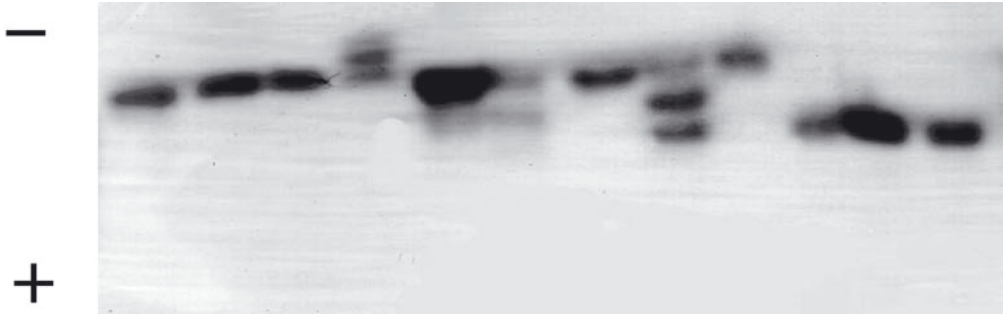


Abb. 51: Zymogramm des Enzyms Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH).

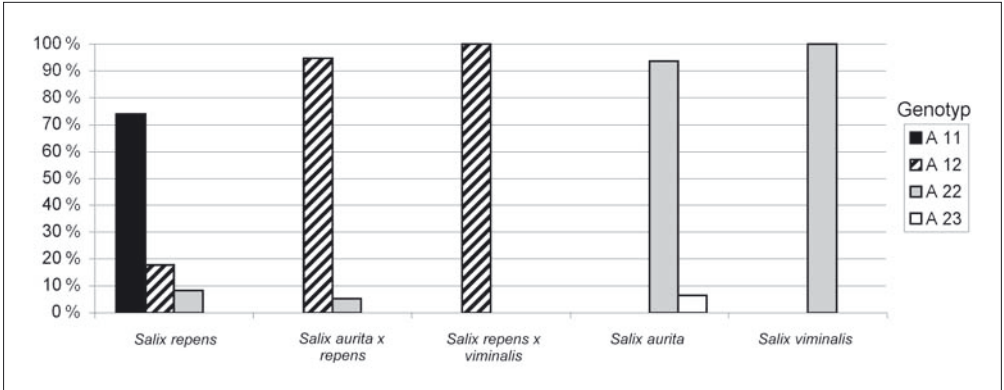


Abb. 52: Prozentuale Verteilung der Genotypen am Genort SBDH-A.

Leucin-Aminopeptidase (LAP)

An diesem Genort trat bei *S. repens* das Allel A₁ mit einer Frequenz von 0,012 und einem R_F-Wert von 0,58 auf. Dieses Allel wurde nur in heterozygoter Ausprägung zwischen den Allelen A₁ und A₃ beobachtet (Abb. 53). Das Allel A₂ war häufiger mit einer Frequenz von 0,232 und einem R_F-Wert von 0,56 vertreten. Für *S. repens* wurden neben homozygoten Typen dieses

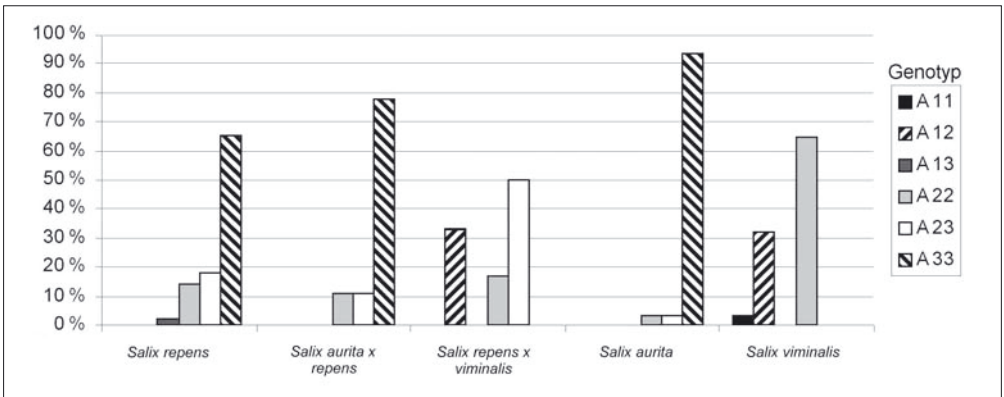


Abb. 53: Prozentuale Verteilung der Genotypen am Genort LAP-A

Allels auch heterozygote Typen kombiniert mit Allel A_3 gefunden. Das häufigste Allel bei *S. repens* L. war das Allel A_3 mit einem R_F -Wert von 0,54 und einer Allelfrequenz von 0,756.

Auch bei *S. aurita* wurde für das Allel A_3 mit einem Wert von 0,953 die größte Allelfrequenz beobachtet. Desweiteren war bei dieser Art nur noch sehr selten das Allel A_2 mit einer Frequenz von 0,047 sowohl in homozygoter Ausprägung als auch in heterozygoter Variante kombiniert mit A_3 zu finden. Gegensätzlich verhalten sich die Allelfrequenzen bei *S. viminalis*. Das bei den anderen untersuchten Arten häufigste Allel A_3 wurde hier nicht gefunden. Sehr oft zeigt sich bei *S. viminalis* Allel A_2 mit einer Frequenz von 0,806. Das Allel A_1 tritt weniger zahlreich mit einer Frequenz von 0,194 auf. Für die Bastardkombination *S. aurita* × *repens* gab es gegenüber den Elternarten keine Unterscheidungsmöglichkeiten. Wie schon bei den Eltern war das A_3 mit einer Frequenz von 0,833 am häufigsten. Daneben trat nur noch Allel A_2 mit einer geringen Frequenz von 0,167 als homozygoter bzw. heterozygoter Typ auf. Deutliche Unterschiede in den Allelhäufigkeiten gegenüber den Elternarten zeigt die Bastardkombination *S. repens* × *viminalis*. Am häufigsten ist das Allel A_2 mit einer Frequenz von 0,583. Das bei *S. viminalis* fehlende und bei *S. repens* dominierende Allel A_3 tritt mit einer Frequenz von 0,250 auf. Am seltensten ist das Allel A_1 mit einer Frequenz von 0,167 und nur heterozygoter Ausprägung zu finden.

Isocitrat-Dehydrogenase (IDH)

Für *S. repens* erwies sich dieser Genort als monomorph für das Allel A_2 , mit einem R_F -Wert von 0,48. Das Allel A_2 war auch bei *S. aurita* das dominierende mit einer Frequenz von 0,957. Daneben wurde sehr selten, mit einer Frequenz von 0,043, ein heterozygoter Typ des Allels A_3 mit einem R_F -Wert von 0,45 beobachtet.

Bei *S. viminalis* trat das Allel A_2 mit einer Frequenz von 0,708 auf. Daneben wurde das Allel A_1 , welches bei den anderen zwei Arten nicht beobachtet wurde, mit einer Frequenz von 0,292 und einem R_F -Wert von 0,51 festgestellt.

Bei der Bastardkombination *S. aurita* × *repens* gab es gegenüber den Elternarten wie erwartet keine Variation. Wie bei den Eltern war das Allel A_2 mit einer Frequenz von 0,967 am häufigsten. Daneben trat das Allel A_3 mit einer sehr geringen Frequenz von 0,033 nur als heterozygoter Typ auf. Für den Bastard *S. repens* × *viminalis* wurde, ähnlich wie bei *S. viminalis*, das Allel A_1 mit einer Frequenz von 0,250 beobachtet. Das Allel A_2 war häufiger und trat mit einer Frequenz von 0,750 auf. Damit ähnelt diese Bastardkombination in den Allelfrequenzen sehr der Elternart *S. viminalis*. Unterschiede zeigen sich gegenüber *S. repens*, welcher Allel A_1 fehlt (Abb. 54).

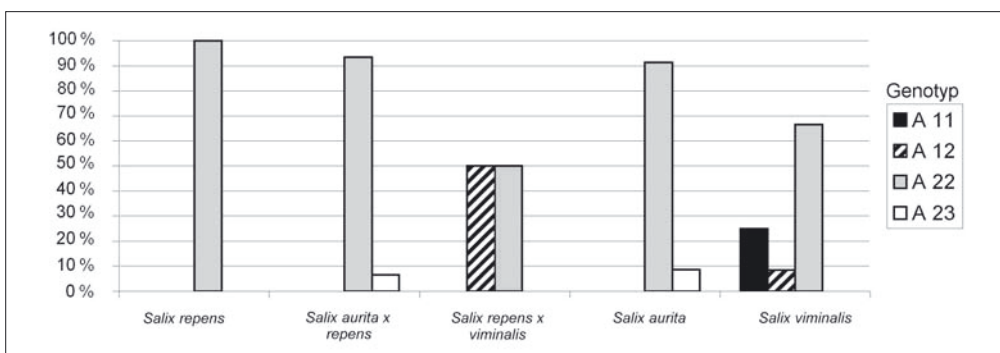


Abb. 54: Prozentuale Verteilung der Genotypen am Genort IDH-A.

4.1.3 Zur Identifizierung einzelner Klone, dargestellt am Beispiel des Vorkommens von *Salix bicolor* WILLD. am Brocken²

Im Jahre 1789 fand ERHART am Brocken eine neue Weidensippe. Diese wurde von WILLDENOW (1796) als *Salix bicolor* (Zweifarbige Weide) beschrieben. Bemerkenswert sind die Angaben von HAMPE (1873) und SPORLEDER (1882), die nur noch weibliche Pflanzen am Brocken beobachtet haben.

Seit ca. 35 Jahren gilt *S. bicolor* für den Brocken als erloschen (HERDAM 1993, LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994). Im Juni 1995 wurde ein mindestens 40-jähriger Strauch (Ursprung der Pflanze unklar) im Bereich der Brockenkuppe (Gehölz-Nr. ZD 29; leg. ZANDER) gefunden.

Dieser Fund gab Anlaß, Isoenzymuntersuchungen an *S. bicolor* durchzuführen, zumal vermutet wurde, daß es sich bei der Pflanze in Chemnitz durch eine Verwechslung um eine *S. bicolor* aus den Vogesen handelt. Grund der Vermutung war der nicht so kräftige Wuchs der Chemnitzer Pflanze im Gegensatz zu den in Halle eingegangenen Pflanzen, für die Höhen bis zu 5 m angegeben wurden (DAMM 1993). Nach eigenen Beobachtungen gibt es besonders bei Strauchweiden durch kleinstandörtliche Unterschiede eine große Schwankungsbreite im Wuchspotential, wie z.B. bei *S. repens* s. l.

An Winterknospen von acht *Salix-bicolor*-Individuen (Tab. 34) wurden Isoenzymanalysen durchgeführt. Zur Identifizierung der *Salix-bicolor*-Individuen bzw. -Klone wurden die Enzymsysteme Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH) und Leucin-Aminopeptidase (LAP) verwendet, welche bei der Gattung *Salix* L. eine hohe genetische Variation zeigten.

Bei der im Jahr 1995 gefundenen Brockenpflanze (Gehölz-Nr. ZD 29; leg. ZANDER) wurde durch die Vergleiche ein Alter von über 40 Jahren ermittelt. Besonders die starken Astumfänge von 23 bzw. 20 cm weisen auf ein hohes Alter hin, da bei diesem Klon scheinbar ein verstärktes Dickenwachstum nach Abschluß des Höhenwachstums eintritt. Die Pflanze hat mit Astlängen von über 2 m und einer Höhe von 0,8 m einen stark niederliegenden Wuchs (Tab. 35).

Tab. 34: Untersuchte *Salix-bicolor*-Individuen

Gehölz-Nr.	Herkunft	derzeitiger Standort	leg./Datum	Geschlecht/ Bemerkungen
ZD 29	Brocken	Brocken/Richtfunkturn	ZANDER 1995	w
ZA 51	Brocken	Arkt.-Alp. Garten Chemnitz	EBEL 1962	w; hat W. MEUSEL aus Halle erhalten
Br.Ga.	Brocken	Brockengarten	EBEL 1962	w; Steckling von ZA51
K 79	?	Eberswalder Weidensortiment (EWS)	LATTKE 1965	m; von Baumschule Lange aus Pirna
ZB 51	?	Botanischer Garten Dresden	?	m; steht dort als Brockenherkunft ?
ZA 52	Vogesen, Hohneck	Arkt.-Alp. Garten Chemnitz	B.G. STRASBOURG 1976	m
ZA 53	Andermatt an der Reuss	Botanischer Garten Halle	LAUTENSCHLAGER ? 1986	?
ZA 60	Rila-Gebirge, Weg zu den Fischseen	Arkt.-Alp. Garten Chemnitz	MEUSEL, MÜLLER & PÖHLMANN 1974	w

² Ausführlich in ZANDER (1996)

Tab. 35: Vergleichende Messungen an *Salix-bicolor*-Individuen zu Astumfang und Pflanzengröße

Standort	Höhe über NN	Alter	Stamm- bzw. Astumfänge in cm	Größe in cm
Brocken (ZD 29)	1100 m	> 40 J.	Bodenzwiesel stärkste Äste: 23/20	80
Arktisch-Alpiner Garten Chemnitz bei Torfhaus	320 m	34 J.	Stamm: 13; Verzweigung in 15 cm Höhe, abgehende stärkste Äste: 6/6	150
	800 m	10 J.	Bodenzwiesel stärkste Äste: 6/7	100

Anhand der untersuchten biochemischen Parameter läßt sich folgern, daß die Herkünfte ZD 29, ZA 51 und Brockengarten untereinander homogen und zu anderen Herkünften deutlich verschieden sind (Tab. 36 und Abb. 55).

Tab. 36: Vorkommende Genotypen untersuchter *Salix-bicolor*-Individuen

	ZD 29	ZA 51	Br. Ga.	K 79	ZB 51	ZA 52	ZA 53	ZA 60
SBDH-A	3-3	3-3	3-3	2-3	2-3	2-2	2-2	1-2
LAP-A	1-3	1-3	1-3	3-4	3-4	2-3	2-3	2-2

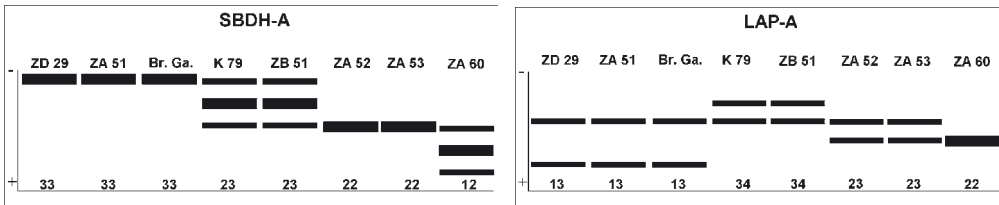


Abb. 55: Zymogramme der Enzyme Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH) und Leucin-Aminopeptidase (LAP) von den untersuchten *Salix-bicolor*-Individuen.

Aufgrund dieser Differenzierung und des gegenwärtigen Kenntnisstandes über das Brockenvorkommen handelt es sich sowohl bei der Pflanze vom Brocken (ZD 29), dem Chemnitzer Exemplar (ZA 51) als auch bei dem Klon des Brockengartens mit hoher Wahrscheinlichkeit um ursprüngliches Brockenmaterial. Eine endgültige Klärung der Ursprünglichkeit kann jedoch nur durch den Vergleich des Brockenkrons mit historischem Herbarmaterial über molekulare Markertechniken erbracht werden.

Das SBDH-Allel A₃ trat außer bei der Brocken-*Salix bicolor* bei weiteren Untersuchungen an ca. 400 Individuen mitteleuropäischer Strauchweiden nur noch sehr selten bei *S. aurita* und *S. cinerea*, jedoch nur in heterozygoter Ausprägung in Kombination mit Allel A₂, auf. Durch die Seltenheit dieses Allels ist somit ein Marker für die Brockensippe gefunden worden. Auf eine vermutete verwandtschaftliche Beziehung deutet das Vorkommen dieses Allels, und zwar als heterozygoter Träger in dem Kulturklon *Salix Schraderiana* WILLD. (K 79) und in der vom Botanischen Garten Dresden erhaltenen männlichen „Brocken-*Salix bicolor*“ (ZB 51) hin. Bei diesen beiden Individuen ist von genetischer Identität auszugehen, da sich beide auch phänotypisch nicht unterscheiden.

Die männliche *S. Schraderiana* unterscheidet sich phänotypisch durch ovale Blätter und einen schwach gesägten Blattrand (die Blätter sind hier etwas derber) vom weibliche Brockenklon. Die Gelbtriebigkeit ist bei beiden Klonen besonders ausgeprägt. Phänotypische Variationen zwischen weiblichen und männlichen Individuen einer Art wurden bei der Gattung *Salix* L. am gleichen Standort häufiger beobachtet.

Zwischen der *S. bicolor* aus den Vogesen (ZA 52) bzw. aus Andermatt (ZA 53) wurde kein genetischer Unterschied in den beiden untersuchten Enzymsystemen festgestellt. Hier handelt es sich jeweils um Allelzustände, die bei der Gattung *Salix* L. nach eigenen Untersuchungen mit häufigen Frequenzen auftraten. Die *S. bicolor* aus dem Rila-Gebirge (ZA 60) unterscheidet sich in den vorkommenden Allelen wiederum deutlich von den anderen untersuchten Individuen.

4.2 Molekulare Markertechniken

Mit Hilfe von Isoenzym-Markern waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den *Salix-repens*-Unterarten feststellbar.

Neben der Untersuchung von biochemischen Genmarkern besteht seit einigen Jahren die Möglichkeit, genetische Marker durch molekulargenetische Experimente auf Ebene der DNS zu identifizieren (FINKELDEY 1993). Die Betrachtung von DNS-Polymorphismen gibt die Gelegenheit, auf deren Grundlage populationsgenetische Studien zur räumlichen Verteilung von genetischen Informationen zu nutzen. Grundlagen dieser Methoden in Bezug auf die Anwendung bei Gehölzen werden von SZMIDT & WANG (1991) sowie GILLET (1991) beschrieben. Im Hinblick auf die Erhaltung genetischer Ressourcen bieten sich über molekulare Marker Möglichkeiten der Abstammungsrekonstruktion, da diese im Gegensatz zu Isoenzym-Markern keinen starken selektiven Vorgängen unterliegen (POWELL 1983, HALE & SINGH 1991).

4.2.1 Versuch einer Unterartdifferenzierung mittels Polymerasekettenreaktion (PCR) im *Salix-repens*-Komplex

Ziel der Arbeiten war es, mit Hilfe molekularer Techniken das Maß an genetischer Variabilität bzw. Ähnlichkeiten zwischen *Salix-repens*-Unterarten zu ermitteln (Abb. 56). Insgesamt wurden 49 Individuen untersucht.

Eine wichtige Frage bestand darin, wo sich die Binnenlandvorkommen der Unterart *S. repens* ssp. *argentea* zuordnen lassen. Zum einen könnte es sich bei den Vorkommen um sehr bedeutende Eiszeitrelikte handeln, welche sich abstammungsgeschichtlich zu den Küstenvorkommen stellen lassen.

Es besteht aber auch die Möglichkeit einer standörtlichen Ausprägung von *S. repens* ssp. *repens* in dünenähnlichen Vegetationseinheiten des Binnenlandes. Für die durchgeführten Analysen wurden AFLPs (Amplifikations-Fragment-Längen-Polymorphismen) als Variante des PCR-Fingerprinting angewandt. Es wurden 3 Primerkombinationen verwendet. Dabei wurden je Individuum zwischen 193 und 274 Banden erfaßt. Für die Auswertung standen insgesamt 779 auswertbare Fragmente, davon 23 monomorphe und 756 polymorphe, zur Verfügung.

Trotz eines relativ geringen Umfanges an untersuchten Individuen zeichnet sich auf Grundlage der Faktorenanalyse die Möglichkeit der Unterscheidung von *Salix-repens*-Unterarten ab (Abb. 57). *Salix repens* ssp. *rosmarinifolia* korreliert mit Faktor 2 und unterscheidet sich dadurch deutlich von den beiden anderen Unterarten. Die Individuen von *S. repens* ssp. *argentea* (Küste und Binnenland) werden durch den Faktor 1 bestimmt. Die Exemplare von *S. repens* ssp. *argentea* aus dem Binnenland liegen aufgrund genetischer Ähnlichkeiten in der Punktwolke der Küstenvorkommen. *S. repens* ssp. *repens* wird durch beide Faktoren bestimmt und liegt demzufolge mit der Punktwolke zwischen den beiden anderen Unterarten.

Die Unterartkreuzungen ssp. *argentea* × ssp. *repens* bzw. ssp. *repens* × ssp. *rosmarinifolia* liegen bei der Darstellung der genetischen Ähnlichkeiten jeweils im Überschneidungsbeereich der beiden Eltern.

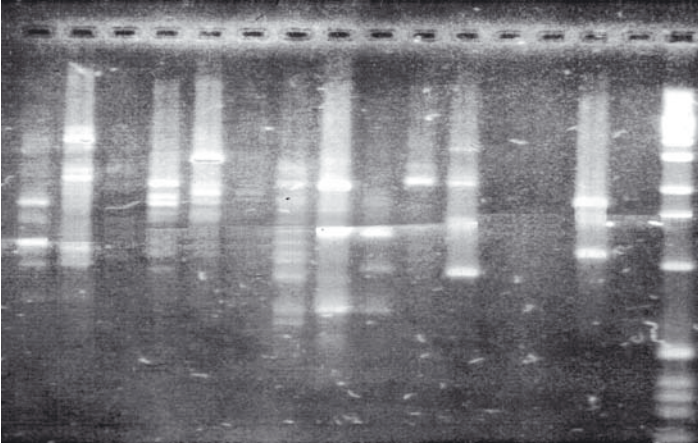
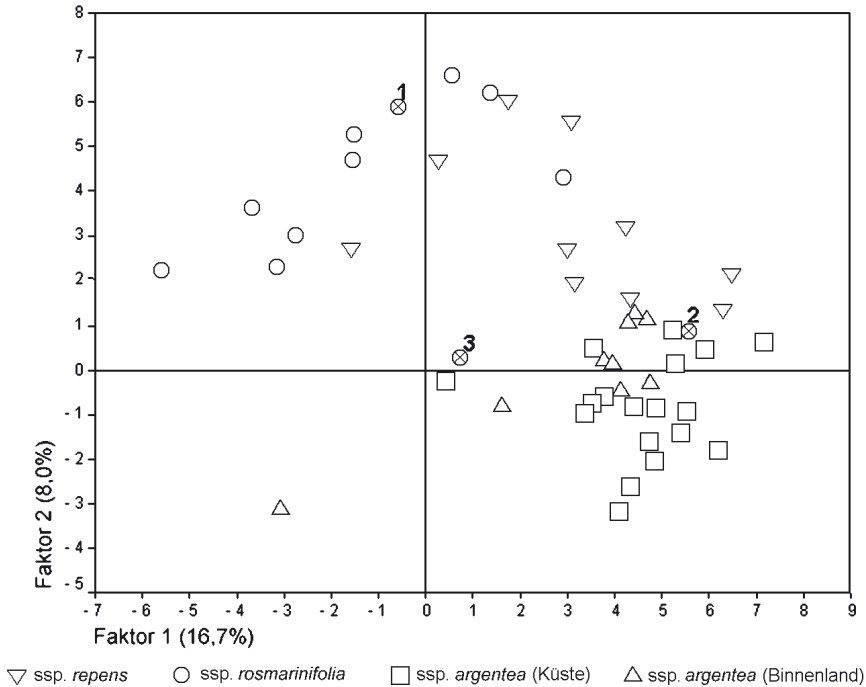


Abb. 56: Vorversuche zur Methodenadaptation mit 3 Individuen (*S. repens* ssp. *rosmarinifolia*, *S. cinerea* × *myrsinifolia* und *S. myrsinifolia* × *viminalis*); Wiederholungen mit 5 verschiedenen AP-Primern; rechts außen = Standard.

Neben den *Salix-repens*-Unterarten wurde ebenfalls ein Individuum von *S. aurita* untersucht. *S. aurita* lässt sich nicht durch die beiden Faktoren erklären, welche für die genetische Differenzierung der *Salix-repens*-Unterarten bestimmend wirkten (Abb. 57).



1 = ssp. *repens* × ssp. *rosmarinifolia*

2 = ssp. *argentea* × ssp. *repens*

3 = *Salix aurita*

Abb. 57: Zweidimensionale Darstellung der genetischen Ähnlichkeiten zwischen *Salix-repens*-Unterarten nach Auswertung von PCR-Amplifikationen mit 3 AFLP-Primerkombinationen.

5 Vegetationsökologische Charakterisierung ausgewählter Arten

Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen die Fragen nach der Vergesellschaftung der Weidenarten und ob sich die Arten in Bezug auf ihr ökologisches Verhalten unterscheiden. Die vegetationsökologische Bewertung erfolgte für insgesamt neun Weidenarten. Der *Salix repens*-Komplex ist nach Unterarten bewertet worden. *Salix repens* ssp. *argentea* wurde zusätzlich noch in die Vorkommen an der Ostseeküste bzw. im Binnenland unterteilt (Tab. 37). Einige der 116 Einzelflächen gingen für mehr als eine Art in die Bewertung ein. Damit stieg die Flächenzahl im Bezug auf die Artbewertung auf 189 Flächen.

Tab. 37: Anzahl zur Bewertung der einzelnen Arten bzw. Unterarten herangezogener Aufnahmefflächen

Art	Flächenzahl
<i>S. aurita</i>	25
<i>S. caprea</i>	12
<i>S. cinerea</i>	41
<i>S. myrsinifolia</i> (<i>S. nigricans</i>)	7
<i>S. pentandra</i>	15
<i>S. purpurea</i>	8
<i>S. triandra</i>	17
<i>S. viminalis</i>	24
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>	13
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>	7
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (Küste)	9
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (Binnenland)	11

Jeder Untersuchungsfläche wurde eine Pflanzengesellschaft nach SCHUBERT et al. (1995), OBERDORFER (1993) oder ELLENBERG (1996) zugeordnet (Abb. 58). Die Vegetationsklassenverteilung zeigt, daß die untersuchten Weidenarten insbesondere in vier Vegetationsklassen vorkommen. Molinio-Arrhenatheretea, Carici-Salicetea cinereae, Phragmitetea australis und Salicetea purpureae weisen auf frische bis feuchte und mittlere bis reiche Standorte hin.

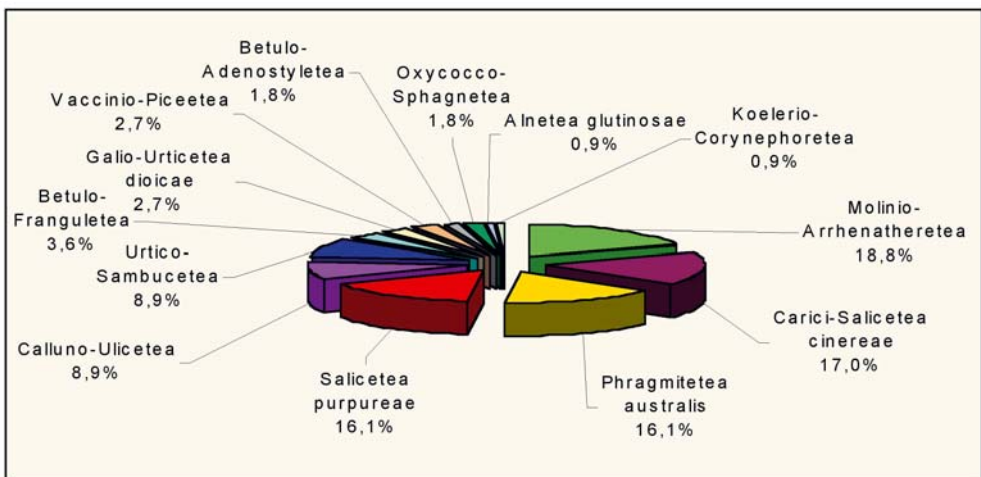


Abb. 58: Vegetationsklassenverteilung von 112 bewerteten Einzelflächen.

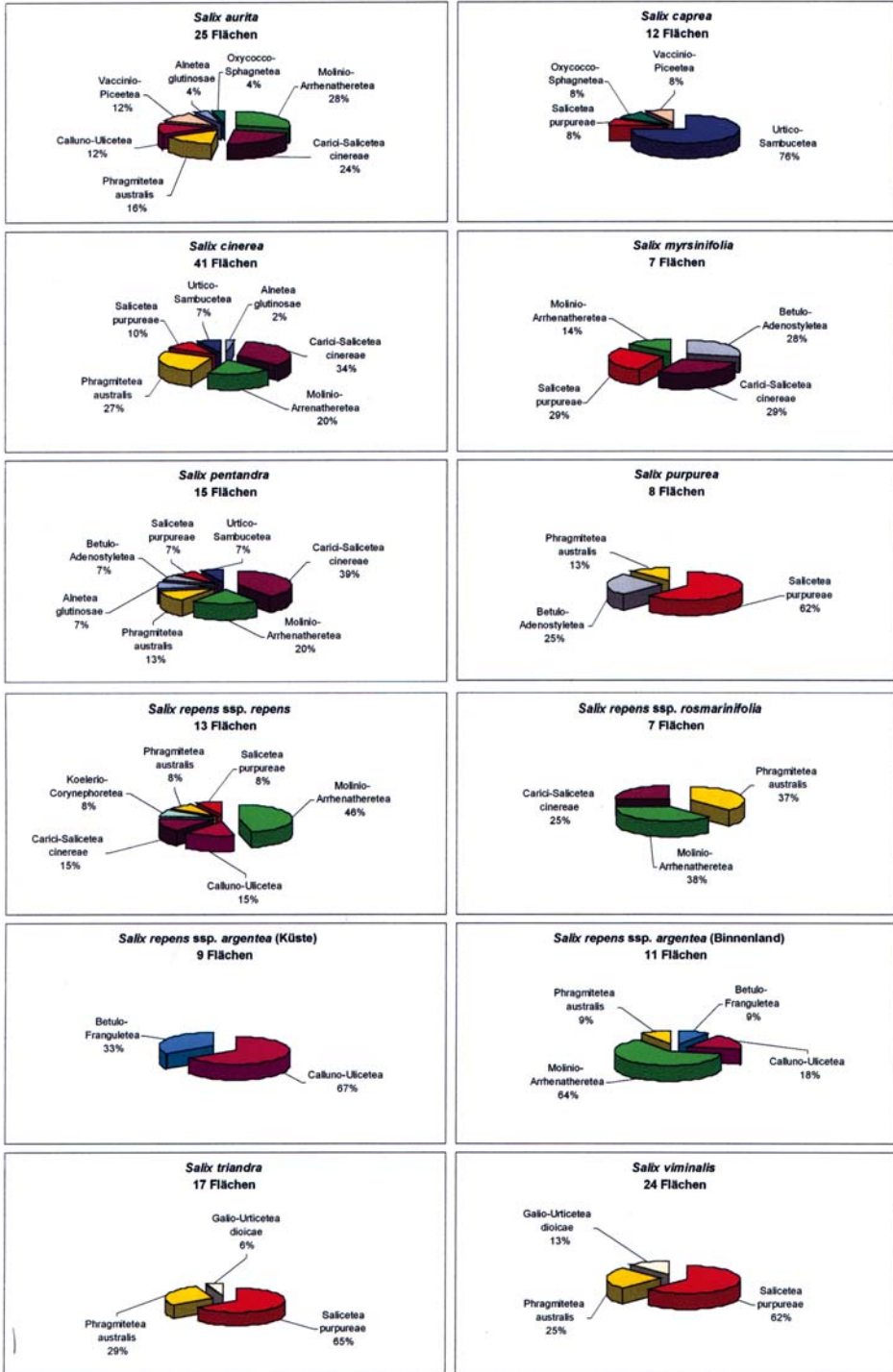


Abb. 59: Verteilung der Vegetationsklassen nach SCHUBERT et al. (1995), OBERDORFER (1993) und ELLENBERG (1996) im Vergleich der verschiedenen Weidenarten.

Die Strauchweidenarten der Flußau, *S. purpurea*, *S. triandra* und *S. viminalis*, lassen sich vorwiegend der Vegetationsklasse Salicetea purpureae zuordnen. Diese wird bestimmt durch das häufige Auftreten der Arten in Ufer-Weidengebüschen. Eine weitere Gruppe läßt sich mit den Arten *S. aurita*, *S. cinerea*, *S. pentandra* und *S. myrsinifolia* zusammenfassen. Die Arten dieser Gruppe sind vorrangig in Strauchweiden-Brüchen (Carici-Salicetea cinereae) und verbrachten Feuchtwiesen (Molinio-Arrhenatheretea) beheimatet. Ebenfalls in der Klasse der Molinio-Arrhenatheretea haben *S. repens* ssp. *repens*, *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* und die Binnenlandvorkommen von *S. repens* ssp. *argentea* ihren Verbreitungsschwerpunkt. Diese besiedeln allerdings größtenteils nährstoffarme Feuchtwiesen (Pfeifengraswiesen). Dagegen lassen sich *S. caprea* in Vorwaldgesellschaften und Schlaggebüsch (Urtico-Sambucetea) sowie die Küstenvorkommen von *S. repens* ssp. *argentea* in Zwergstrauchheiden der Dünen (Calluno-Ulicetea) nicht in die genannten Gruppen einordnen (Abb. 59).

Die Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte wurden für die Standorte der untersuchten Weidenarten durch die Berechnung der DK_T und DK_F -Werte ermittelt. Hinsichtlich der Oberboden-Feuchte konnte mit Ausnahme von *S. caprea* und *S. repens* ssp. *argentea* (Binnenland und Küste) eine annähernde Übereinstimmung zwischen den Arten festgestellt werden. In der Oberboden-Trophie unterscheidet sich *S. repens* ssp. *argentea* (Küste) mit einer Präferenz für arme Standorte von den anderen Arten, welche auf mittleren bis reichen Standorten vorkommen (Abb. 60).

Zur Bewertung des Nährstoff- und Feuchtehaushaltes der Untersuchungsflächen wurden neben den DK_T und DK_F -Werten nach HOFMANN (1994) die Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) herangezogen. Der Vergleich der berechneten DK_T und DK_F -Werte mit dem Mittel der Stickstoff- und Feuchtezahl hat gezeigt, daß die Ergebnisse in ihrer Aussage übereinstimmen.

DK_T / DK_F →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Art										
<i>S. aurita</i>					4,0 - 7,0				7,0 - 9,0	
<i>S. caprea</i>						4,5 - 8,0				
<i>S. cinerea</i>					3,5 - 7,0					
<i>S. myrsinifolia</i>						5,0 - 8,5			7,0 - 9,0	
<i>S. pentandra</i>						5,5 - 8,5			6,5 - 8,5	
<i>S. purpurea</i>						5,0 - 8,5			7,0 - 9,0	
<i>S. repens</i> ssp. <i>repens</i>						6,0 - 9,0			6,5 - 8,5	
<i>S. repens</i> ssp. <i>rosmarinifolia</i>						4,5 - 7,5			7,5 - 9,0	
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (K)		1,0 - 2,5								
<i>S. repens</i> ssp. <i>argentea</i> (B)			1,5 - 4,5							
<i>S. triandra</i>					4,0 - 7,5					
<i>S. viminalis</i>					3,5 - 5,5					
								6,0 - 9,0		
								6,5 - 9,0		
								6,0 - 9,0		
								6,5 - 8,0		

Abb. 60: Oberboden-Trophie (DK_T) und Oberboden-Feuchte (DK_F ; nach HOFMANN 1994) von Standorten der untersuchten *Salix*-Arten.

5.1 *Salix aurita* L.

Salix aurita wächst auf nährstoffärmeren Standorten mit einer mittleren Nährstoffzahl von 3,9. Die Feuchtezahl von 7,5 deutet auf einen Feuchtezeiger für gut durchfeuchtete Böden hin. Ohrweidengebüsche besiedeln vorwiegend sumpfige Standorte am Rand von Nieder- und Zwischenmooren sowie Feuchtwiesenbrachen (Pfeifengras-Streuwiesen) auf gut durchfeuchteten Anmoor- und Moorböden. Auf sumpfigen Standorten stockt die Ohr-Weide in Randbereichen von Röhrichten und Erlenbruchwäldern (Tab. 38 und Abb. 61). Im Vergleich der Punktwolke der mittleren Feuchte- und Stickstoffzahlen mit den ökologischen Weiserwerten lassen sich Gemeinsamkeiten erkennen. Nur ein Standort, auf Granitgestein im Norden Bornholms, weicht mit einer geringen Feuchtezahl von 4,7 deutlich ab. Die Oberbodenfeuchte zeigt Werte für den feuchten bis nassen Bereich, während die Oberbodentrophie im mittleren bis kräftigen Bereich liegt. Die Werte der Trophie liegen deutlich über den von HOFMANN & PASSARGE in den 60er Jahren ermittelten Werten (HOFMANN 1994), welche eine ziemlich arme bis mittlere Trophie angeben. Der beobachtete Anstieg kann aus erhöhten Stickstoffeinträgen in den vergangenen ca. 35 Jahren hergeleitet werden, wodurch die oligotrophen Standorte immer mehr verloren gehen. Auf eutrophierten Standorten ist *Salix aurita* L. stark im Rückgang und wird hier durch *S. cinerea* bzw. den Bastard aus beiden Arten *S. × multinervis* DÖLL abgelöst.

Tab. 38: Begleitarten von *Salix aurita* mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Betula pendula</i>	44 %	<i>Salix cinerea</i>	36 %	<i>Juncus effusus</i>	48 %
<i>Pinus sylvestris</i>	32 %	<i>Frangula alnus</i>	28 %	<i>Phragmites australis</i>	44 %
				<i>Molinia caerulea</i>	40 %
				<i>Cirsium palustre</i>	36 %
				<i>Lycopus europaeus</i>	28 %

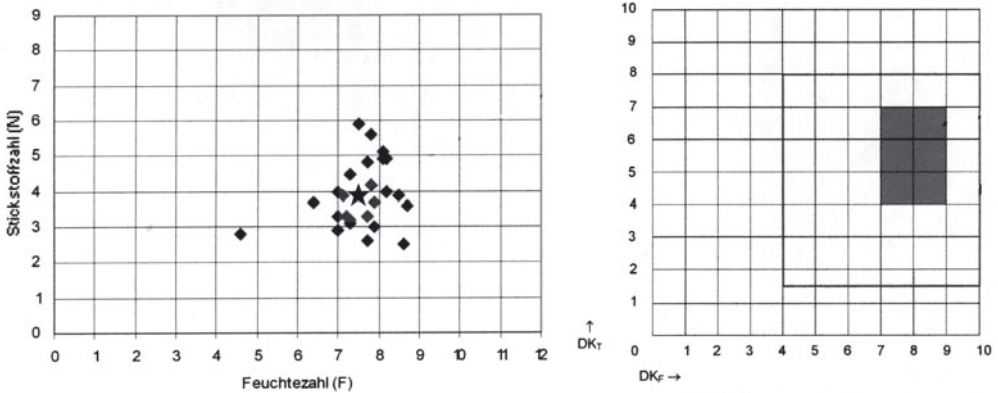


Abb. 61: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix caprea* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. aurita* anhand von 25 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
7,0	5,0	3,8	7,5	4,6	3,9	0,1

5.2 *Salix caprea* L.

Salix caprea stockt auf lehmigen bis steinigen Rohböden unterschiedlicher Trophie und Feuchte. Sie ist als Pioniergehölz eine typische Art der Vorwaldgesellschaften und Schlaggebüsche. Diese Gesellschaften sind größtenteils Sukzessionsstadien von Waldlichtungen, Waldrändern, Abgrabungsflächen, stillgelegten Gruben, Geröllhalden, Trümmerschuttflächen und Brachen. *Salix caprea* ist auf diesen Flächen oft das erste Holzgewächs. Die Standorte sind meist nährstoffreich, mit einer mittleren Nährstoffzahl von 5,1. Die mittlere Feuchtezahl von 6,0 deutet auf eher frische, jedoch weniger feuchte Standorte hin (Abb. 62). Demzufolge wurde die Sal-Weide auf sumpfig-moorigen Flächen bzw. in den Flußauen selten beobachtet. Ähnliche Aussagen können mit den Werten der Oberbodenfeuchte getroffen werden, welche von mäßig trockenen bis mäßig feuchten Böden ausgehen. Die Oberbodentrophie weist mittlere bis kräftige Bereiche auf. Nitrophile Arten wie Große Brennessel und Roter bzw. Schwarzer Holunder sind häufige Begleitarten der Sal-Weide (Tab. 39). Vegetationsaufnahmen in stillgelegten Bereichen eines Basaltsteinbruchs bei Königswinter (Nordrhein-Westfalen) zeigen, daß die Sal-Weide auf geeigneten Flächen das Initialstadium für edellaubholzreiche Wälder bilden kann.

Tab. 39: Begleitarten von *Salix caprea* mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Betula pendula</i>	58 %	<i>Rubus idaeus</i>	42 %	<i>Urtica dioica</i>	50 %
<i>Populus tremula</i>	33 %	<i>Vaccinium myrtillus</i>	33 %	<i>Hypericum perforatum</i>	42 %
		<i>Sambucus racemosa</i>	33 %	<i>Cirsium arvense</i>	33 %
				<i>Senecio ovatus</i>	33 %
				<i>Epilobium angustifolium</i>	33 %
				<i>Geranium robertianum</i>	33 %
				<i>Fragaria vesca</i>	33 %

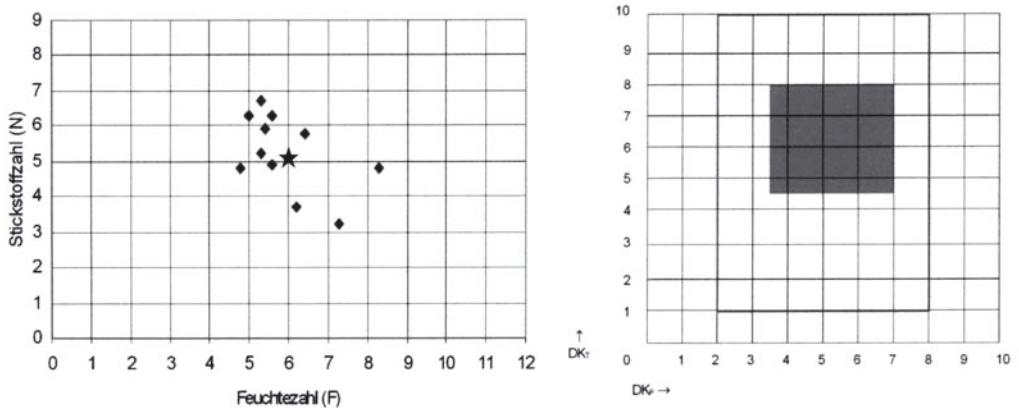


Abb. 62: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix caprea* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. caprea* anhand von 12 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,5	4,1	4,0	6,0	5,6	5,1	0,1

5.3 *Salix cinerea* L.

Salix cinerea wächst meist auf mäßig nährstoffreichen Naßgleyen und Niedermoorböden mit hoch anstehendem Grundwasser und einer mittleren Feuchtezahl von 7,4. Auch für die Oberbodenfeuchte weisen die Werte auf feuchte bis nasse Standorte hin. Die Standorte sind vorwiegend in Verlandungsbereichen von Stillgewässern, Rändern von langsam fließenden Bächen und Gräben, angrenzend an Röhrichte, zu finden. Grauweidengebüsche bilden häufig den Mantel zu Erlenbruchwäldern und grenzen diese zu Feuchtwiesenbereichen ab (Tab. 40). Im direkten Auebereich der Flüsse kommt die Art nicht vor. Die Grau-Weide breitet sich infolge von Nährstoffeinträgen auf den Standorten der Ohr-Weide (u. a. Moorbiesenränder) aus. Wie schon *S. aurita* zeigt *S. cinerea* gegenüber den von HOFMANN & PASSARGE ermittelten Werten (HOFMANN 1994) eine Tendenz hin zur Besiedlung zunehmend nährstoffreicher Standorte (Abb. 63).

Tab. 40: Begleitarten von *Salix cinerea* mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Alnus glutinosa</i>	34 %	<i>Salix pentandra</i>	44 %	<i>Phragmites australis</i>	56 %
		<i>Salix aurita</i>	27 %	<i>Cirsium palustre</i>	54 %
				<i>Urtica dioica</i>	46 %
				<i>Lycopus europaeus</i>	44 %
				<i>Filipendula ulmaria</i>	39 %
				<i>Deschampsia cespitosa</i>	37 %
				<i>Lysimachia vulgaris</i>	34 %
				<i>Lythrum salicaria</i>	34 %
				<i>Cirsium oleraceum</i>	32 %
				<i>Carex acutiformis</i>	32 %
				<i>Solanum dulcamara</i>	29 %

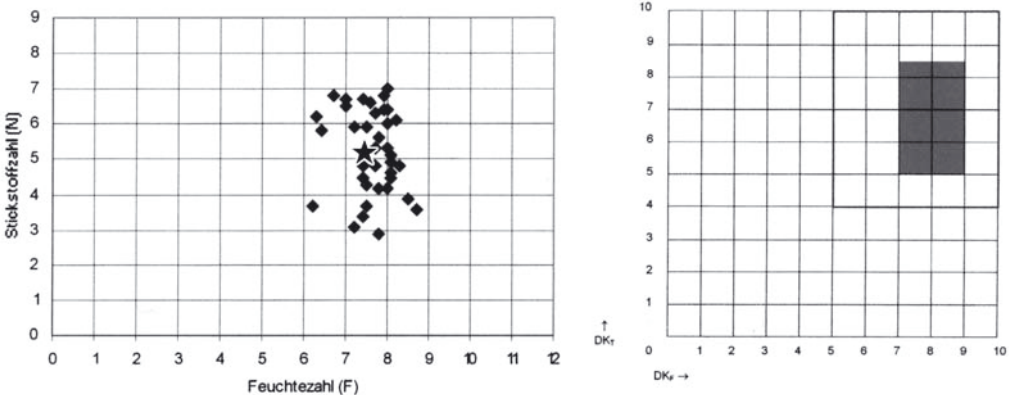


Abb. 63: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix cinerea* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. cinerea* anhand von 41 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,7	5,1	4,0	7,4	5,9	5,1	0,1

5.4 *Salix myrsinifolia* SALISB. (*S. nigricans* SM.)

Zur Bewertung von *S. myrsinifolia* standen nur 7 Untersuchungsflächen zur Verfügung, womit lediglich eine bedingte Auswertung möglich ist. Die Art wächst im Tiefland auf gut durchfeuchteten, meist kalkreichen Quellmoor- oder Niedermoorstandorten (Tab. 41). Sekundär breitet sich die Art in aufgelassenen Gruben aus, insbesondere beobachtet im Süden und Südosten Berlins. Im Oberharz (Sachsen-Anhalt) ist die Art im Mantelgebüsch der Warmen Bode auf kalkhaltigem kiesigen Mineralboden vertreten. Auffällig sind die Untersuchungsflächen aus der Schweiz (Reusstal und Rhonegletscher), welche neben einer geringen Feuchtezahl von 5,5 auch eine geringe Nährstoffzahl von 3,5 bzw. 5,0 aufweisen (Abb. 64). Hier bildet die Art auf kiesigen, wasserzügigen Rohböden u. a. mit der Grün-Erle dichte Gebüsche aus, welche sich bis an die Bach- bzw. Flußufer erstrecken.

Tab. 41: Begleitarten von *Salix myrsinifolia* SALISB. mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Alnus glutinosa</i>	29%	<i>Salix cinerea</i>	57%	<i>Phragmites australis</i>	74%
<i>Salix alba</i>	29%	<i>Frangula alnus</i>	29%	<i>Cirsium palustre</i>	43%
				<i>Deschampsia cespitosa</i>	43%
				<i>Lythrum salicaria</i>	43%
				<i>Urtica dioica</i>	43%
				<i>Adenostyles alliariae</i>	29%
				<i>Cirsium oleraceum</i>	29%
				<i>Dactylorhiza maculata</i>	29%
				<i>Festuca gigantea</i>	29%
				<i>Filipendula ulmaria</i>	29%
				<i>Valeriana officinalis</i>	29%
				<i>Lycopus europaeus</i>	29%
				<i>Silene nutans</i>	29%

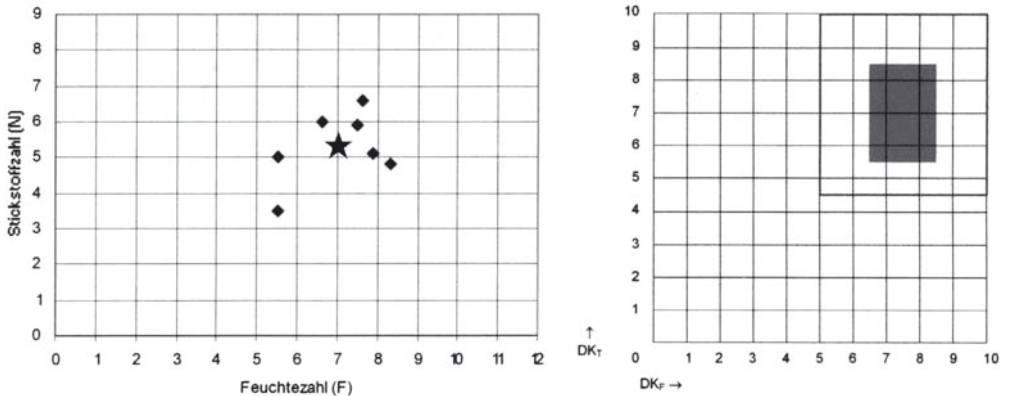


Abb. 64: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (Stern = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix myrsinifolia* SALISB.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *Salix myrsinifolia* SALISB. anhand von 7 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,8	4,6	4,3	7,0	6,3	5,3	0,1

5.5 *Salix pentandra* L.

Salix pentandra wächst meist auf feuchten bis nassen, mäßig nährstoffreichen Niedermoorböden. Die Standorte im Tiefland sind Feuchtwiesenbrachen, Nieder- und Zwischenmoore, Verlandungsgesellschaften, in der Regel zusammen mit *S. cinerea* und *S. aurita* vergesellschaftet (Tab. 42). ELLENBERG et al. (1992) geben für die Art eine subkontinentale bis kontinentale Verbreitung an. Die Berechnung der Kontinentalitätszahl hat jedoch eine subozeanische Verbreitung ergeben, was sich daraus erklären läßt, daß die bewerteten Aufnahmen hauptsächlich aus Brandenburg stammen. Hinsichtlich der Feuchtezahl fallen zwei Flächen auf, die sich abseits der Punktelwolke befinden (Abb. 65). Dabei handelt es sich um einen stillgelegten Steinbruch auf Bornholm (Dänemark) mit den Werten F = 6,2; N = 3,7 und um das Reusstal (Schweiz) mit den Werten F = 5,5; N = 5,0.

Tab. 42: Begleitarten von *Salix pentandra* L. mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Alnus glutinosa</i>	33 %	<i>Salix cinerea</i>	93 %	<i>Deschampsia cespitosa</i>	60 %
<i>Betula pendula</i>	27 %	<i>Salix aurita</i>	40 %	<i>Carex acutiformis</i>	60 %
		<i>Salix myrsinifolia</i>	27 %	<i>Cirsium oleraceum</i>	53 %
				<i>Phragmites australis</i>	53 %
				<i>Cirsium paluste</i>	47 %
				<i>Lycopus europaeus</i>	47 %
				<i>Filipendula ulmaria</i>	40 %
				<i>Juncus effusus</i>	33 %
				<i>Lythrum salicaria</i>	33 %
				<i>Urtica dioica</i>	33 %
				<i>Calystegia sepium</i>	27 %
				<i>Lotus uliginosus</i>	27 %
				<i>Lysimachia vulgaris</i>	27 %

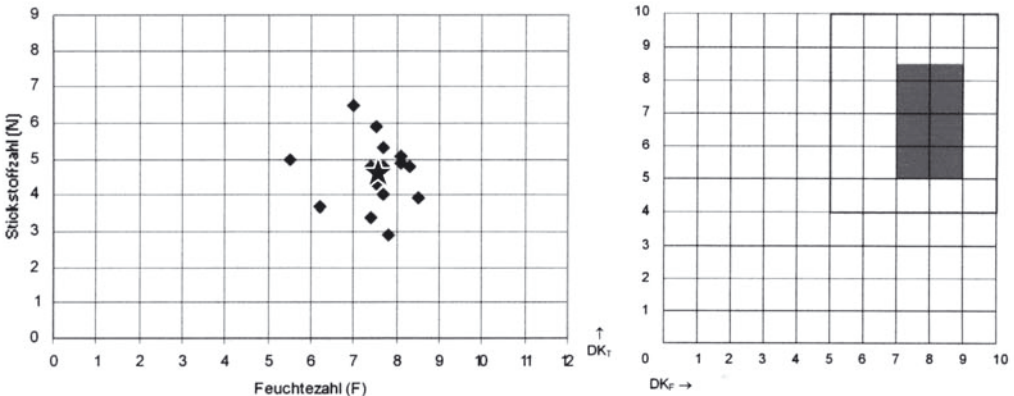


Abb. 65: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (Stern = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix pentandra* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. pentandra* anhand von 15 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,5	4,7	3,9	7,0	5,5	4,3	0,1

5.6 *Salix purpurea* L.

Salix purpurea kommt auf mäßig nährstoffreichen, gut durchfeuchteten sandig-kiesigen Rohauböden vor. Die Art wächst im Tiefland und im Mittelgebirge (Harz) in Auengebüschen, oft vergesellschaftet mit *S. triandra* und *S. viminalis*. Insbesondere ist *S. purpurea* hier auf den Kies- und Sandbänken der Bäche und Flüsse verbreitet. Die Häufigkeit der Purpur-Weide nimmt infolge des Konkurrenzdruckes von Korb- und Mandel-Weide vom Oberlauf zum Unterlauf der Flüsse hin ab (Tab. 43). Sekundär besiedelt die Art als Pioniergehölz aufgelassene Gruben und Ausstiche. Am Ufer der Reuss (Schweiz) treten anstelle der o. g. Strauchweiden der Flußauen des Tieflandes die Reif-, Schwarz- und Lorbeer-Weide auf. Die geringsten Werte bei Feuchte- und Nährstoffzahl wurden auch auf den alpinen Flächen ermittelt (Abb. 66).

Tab. 43: Begleitarten von *Salix purpurea* L. mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Salix fragilis</i>	50 %	<i>Salix triandra</i>	63 %	<i>Phalaris arundinacea</i>	63 %
<i>Salix × rubens</i>	50 %	<i>Salix viminalis</i>	63 %	<i>Urtica dioica</i>	63 %
<i>Alnus glutinosa</i>	38 %	<i>Salix daphnoides</i>	38 %	<i>Iris pseudacorus</i>	50 %
<i>Fraxinus excelsior</i>	38 %	<i>Salix myrsinifolia</i>	38 %	<i>Phragmites australis</i>	50 %
		<i>Salix pentandra</i>	38 %	<i>Impatiens glandulifera</i>	50 %
		<i>Rubus caesius</i>	38 %	<i>Galium aparine</i>	50 %
				<i>Calystegia sepium</i>	38 %
				<i>Epilobium angustifolium</i>	38 %
				<i>Glechoma hederacea</i>	38 %
				<i>Humulus lupulus</i>	38 %
				<i>Silene dioica</i>	38 %
				<i>Silene nutans</i>	38 %
				<i>Solanum dulcamara</i>	38 %

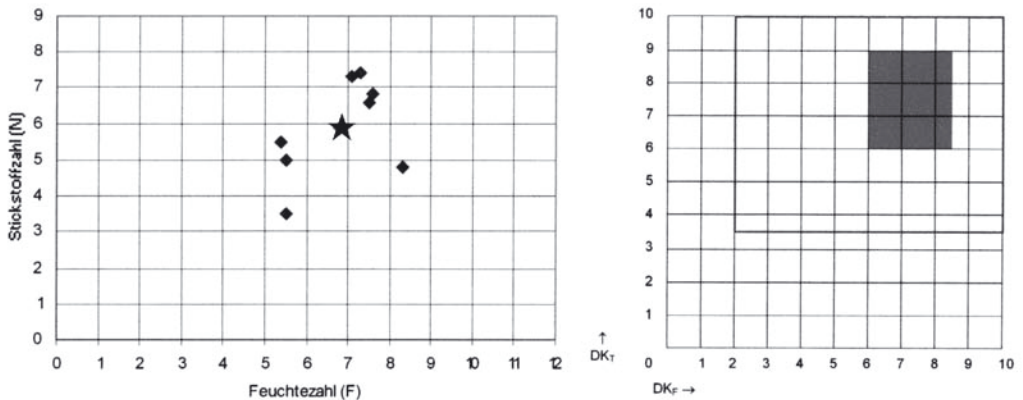


Abb. 66: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix purpurea* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. purpurea* anhand von 8 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,8	5,0	4,2	6,8	6,6	5,9	0,1

5.7 *Salix repens* L.

5.13.1 *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS (Küste)

Die Küstenvorkommen von *Salix repens* ssp. *argentea* wachsen auf nährstoffarmen, naturbelassenen Dünenstandorten. Vorkommen wurden an der Ostseeküste auf der Insel Bornholm (Dänemark), der Halbinsel Darß und der Schmalen Heide (Insel Rügen) erfaßt. Bei den mittleren Feuchtezahlen der Einzelflächen hat sich gezeigt, daß starke Schwankungen auftreten (Abb. 67). Die Art siedelt sich vornehmlich in feuchten, torfigen Dünentälchen in Küstennähe an. Die Dünentälchen werden im Winter oft überflutet. Wird ein solches Dünentälchen im Laufe der Zeit vom Sand überweht, so wächst *Salix repens* ssp. *argentea* aufgrund des bestehenden Anschlusses an das Grundwasser weiter. Damit verändert sich die Zusammensetzung der Begleitarten mit zunehmender Entfernung vom Grundwasser. Da vorrangig solche Stadien untersucht wurden, zeigen die Werte der Oberboden-Feuchte-Zahlen trockene bis mäßig trockene Bereiche an (Abb. 67). Neben der Sand-Kriechweide werden diese Weißdünen von weiteren Zwergsträuchern (Krähenbeere, Heidekraut) besiedelt, wodurch der Sand festgehalten wird (Tab 44). Damit gehen diese Standorte in Graudünen über und bilden die Grundlage für Kiefern pionierbestände (u. a. Silbergras-Kiefern trockenwald).

Tab. 44: Begleitarten von *Salix repens* ssp. *argentea* (SM) CAMUS mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht	Krautschicht	
<i>Pinus sylvestris</i>	77%		<i>Ammophila arenaria</i>	66%
<i>Betula pendula</i>	33%		<i>Calluna vulgaris</i>	66%
			<i>Cornynephorus canescens</i>	55%
			<i>Empetrum nigrum</i>	55%
			<i>Carex arenaria</i>	33%

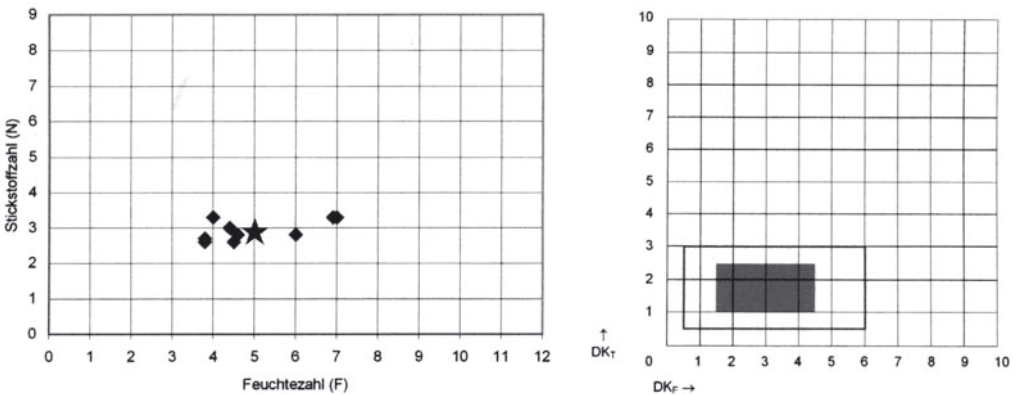


Abb. 67: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS (Küste)

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. repens* ssp. *argentea* (Küste) anhand von 9 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
7,8	5,8	3,9	5,0	4,6	2,9	0,2

5.7.2 *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS (Binnenland)

Vorkommen von *S. repens* ssp. *argentea* sind im Binnenland auf grundwasserbeeinflussten, nährstoffarmen Sandstandorten mit binnendünenähnlicher Prägung zu finden (Tab. 45). Bemerkenswerte Vorkommen dieser Unterart befinden sich am Niederrhein (Wisseler Dünen, Knauheide), an der Elbe (u. a. Steckby-Lödderitzer-Heide, Gebiet Scholene) und in der Niederlausitz bei Ruhland. Die mittleren Feuchtezahlen der Einzelflächen zeigen eine große Schwankungsbreite (Abb. 68). Die Standorte waren zum einen feuchtere Senken auf den Untersuchungsflächen, aber auch Standorte mit einer größeren Sandüberlagerung (Aufwehung). Demzufolge hat der jeweilige Grundwasserstand der Fläche einen bedeutenden Einfluß auf die Feuchtezahl.

Tab. 45: Begleitarten von *Salix repens* ssp. *argentea* (SM) CAMUS mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht	Krautschicht	
<i>Betula pendula</i>	27 %		<i>Arrhenatherum elatius</i>	45 %
<i>Quercus robur</i>	27 %		<i>Hypericum perforatum</i>	45 %
			<i>Molinia caerulea</i>	45 %
			<i>Achillea millefolium</i>	36 %
			<i>Festuca rubra</i>	36 %
			<i>Urtica dioica</i>	36 %
			<i>Calamagrostis epigejos</i>	27 %
			<i>Carex hirta</i>	27 %
			<i>Deschampsia cespitosa</i>	27 %
			<i>Euphorbia cyparissias</i>	27 %
			<i>Hieracium pilosella</i>	27 %

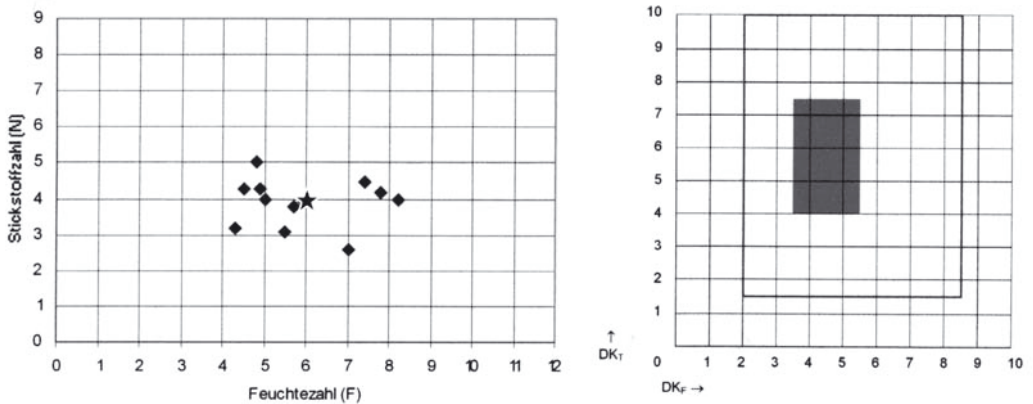


Abb. 68: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS (Binnenland)

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. repens* ssp. *argentea* (Binnenland) anhand von 11 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
7,2	5,6	3,9	5,9	5,4	3,9	0,1

5.7.3 *Salix repens* L. ssp. *repens*

Salix repens ssp. *repens* kommt auf wechselfeuchten, zeitweilig staunassen Standorten mit einer mittleren Feuchtezahl von 7,5 vor. Die Oberbodenfeuchte zeigt Werte für den feuchten bis nassen Bereich. Die mittlere Nährstoffzahl von 3,7 deutet auf nährstoffärmere Standorte hin, während die Werte für die Oberbodentrophie im mittleren bis kräftigen Bereich liegen (Abb. 69). Besiedelt werden mäßig saure Torf- bis humose Mineralböden. Als Molinion-Verbandscharakterart (RECHINGER 1981) wächst *S. repens* ssp. *repens* am Rand von Nieder- und Zwischenmooren, im Schwingkantenbereich von Moorseen, in verbrachenden Feuchtwiesenkomplexen (Streuwiesen), in Heidemooren und feuchten Magerrasengesellschaften (Tab. 46). Durch das Regenerationsvermögen des unterirdischen Kriechstammes verträgt die Art gelegentliche einschürige Mahd. Infolge dauerhafter Nutzungsauffassung in Feuchtwiesenkomplexen, bei gleichzeitiger Eutrophierung, wird die Unterart vorrangig von der Grau-Weide überwachsen. Bemerkenswert ist das Vordringen dieser Unterart in die Brockenanemonen-Heidekrautheide auf die Brockenkuppe im Harz.

Tab. 46: Begleitarten von *Salix repens* L. ssp. *repens* mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht	Strauchschicht	Krautschicht
	<i>Salix cinerea</i> 54 %	<i>Molinia caerulea</i> 62 %
	<i>Salix aurita</i> 46 %	<i>Carex acutiformis</i> 38 %
	<i>Salix pentandra</i> 46 %	<i>Cirsium palustre</i> 38 %
		<i>Deschampsia cespitosa</i> 38 %
		<i>Phragmites australis</i> 38 %
		<i>Filipendula ulmaria</i> 31 %
		<i>Lythrum salicaria</i> 31 %
		<i>Cirsium oleraceum</i> 31 %

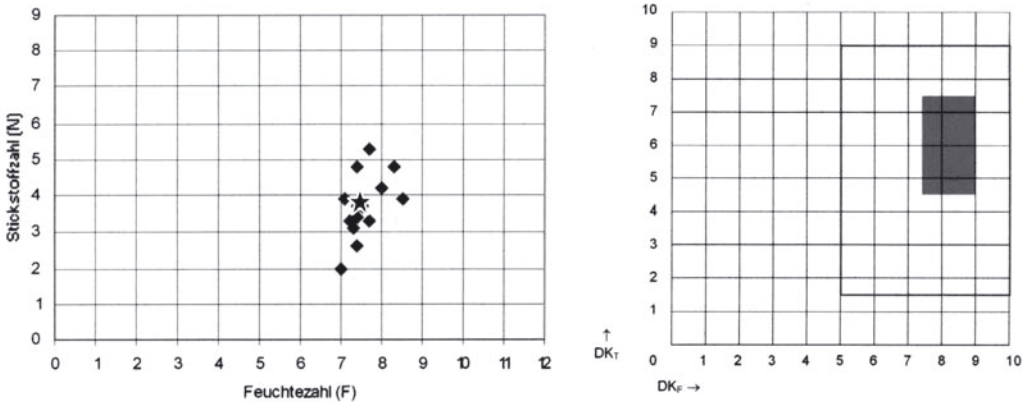


Abb. 69: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix repens* L. ssp. *repens*

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. repens* ssp. *repens* anhand von 13 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
7,1	5,2	4,1	7,5	5,0	3,7	0,1

5.7.4 *Salix repens* ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK.

Salix repens ssp. *rosmarinifolia* wächst auf annähernd ähnlichen Standorten wie *S. repens* ssp. *repens*. Für diese Unterart wurde auch eine häufige Vergesellschaftung mit *Molinia caerulea* beobachtet. Auf allen untersuchten Flächen dieser Unterart wurde die Grau-Weide erfaßt (Tab. 47). ELLENBERG et al. (1992) gibt für *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* nährstoffärmste bis nährstoffarme Standorte an. Bei den Untersuchungen dieser Arbeit wurde eine mittlere Nährstoffzahl von 3,9 berechnet, die auf mäßig stickstoffreiche Standorte hindeutet (Abb. 70). Da für diese Unterart nur Standorte in östlicher Ausdehnung bis Westpolen untersucht wurden, lagen die Werte gegenüber ELLENBERG et al. (1992) - subkontinental, im subozeanischen Bereich.

Tab. 47: Begleitarten von *Salix repens* ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht	Strauchschicht	Krautschicht
	<i>Salix cinerea</i> 100 %	<i>Molinia caerulea</i> 57 %
	<i>Frangula alnus</i> 29 %	<i>Cirsium palustre</i> 43 %
	<i>Salix aurita</i> 29 %	<i>Filipendula ulmaria</i> 43 %
	<i>Salix aurita</i> × <i>repens</i> 29 %	<i>Lysimachia vulgaris</i> 43 %
	<i>Salix pentandra</i> 29 %	<i>Lythrum salicaria</i> 43 %
	<i>Salix aurita</i> × <i>cinerea</i> 29 %	<i>Phragmites australis</i> 43 %
		<i>Carex acutiformis</i> 29 %
		<i>Epipactis palustris</i> 29 %
		<i>Hypericum maculatum</i> 29 %
		<i>Lotus uliginosus</i> 29 %
		<i>Lycopus europaeus</i> 29 %
		<i>Mentha aquatica</i> 29 %
		<i>Thelypteris palustris</i> 29 %

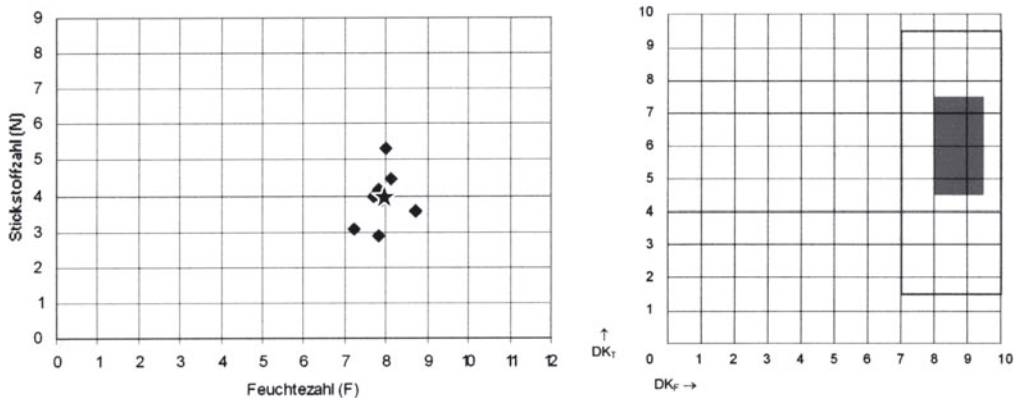


Abb. 70: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix repens* ssp. *rosmarinifolia* (L.) ČELAK.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* anhand von 7 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
7,1	5,3	4,3	7,9	5,8	3,9	0,1

5.8 *Salix triandra* L.

Salix triandra wächst auf feuchten bis nassen, nährstoffreichen Anschlickungen oder auf kiesigen Uferbänken. Flußbegleitend bildet die Art zusammen mit der Korb-Weide ein Gebüsch (*Salicetum triandrae*) aus, welches den Silberweiden-Waldrelikten flußseitig vorgelagert ist. Direkt zum Flußufer hin wird das Mandelweiden-Korbweidengebüsch vom Rohrglanzgras-Röhricht begrenzt. Am Rhein (Nordrhein-Westfalen) wurden größere Gebüschkomplexe des *Salicetum triandrae* insbesondere an Altarmen beobachtet. *Salix triandra* ist sehr resistent gegen lang anhaltende Hochwasserstände. Nach dem Abflauen des Hochwassers schieben Sträucher dieser Art nochmals Blüten. Die Mittelwerte der Einzelflächen weichen nicht sehr stark vom gewogenen Mittel aller Flächen ab. Nur eine Fläche an einem innerstädtischen Sekundärstandort (Berlin-Neukölln) bildet hinsichtlich der Stickstoffzahl von 4,8 eine Ausnahme. Die Lage der mittleren Feuchte- und Stickstoffzahlen zeigt deutlich Gemeinsamkeiten mit den ökologischen Weiserwerten (Abb. 71). Auf allen untersuchten Flächen wurde eine Vergesellschaftung mit *S. viminalis* beobachtet (Tab. 48).

Tab. 48: Begleitarten von *Salix triandra* L. mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Salix alba</i>	71 %	<i>Salix viminalis</i>	100 %	<i>Urtica dioica</i>	82 %
<i>Salix × rubens</i>	71 %	<i>Rubus caesius</i>	41 %	<i>Phalaris arundinacea</i>	65 %
<i>Salix fragilis</i>	53 %	<i>Salix purpurea</i>	35 %	<i>Iris pseudacorus</i>	47 %
				<i>Calystegia sepium</i>	41 %
				<i>Galium aparine</i>	41 %
				<i>Solanum dulcamara</i>	41 %
				<i>Symphytum officinale</i>	41 %
				<i>Cirsium arvense</i>	35 %
				<i>Impatiens glandulifera</i>	29 %

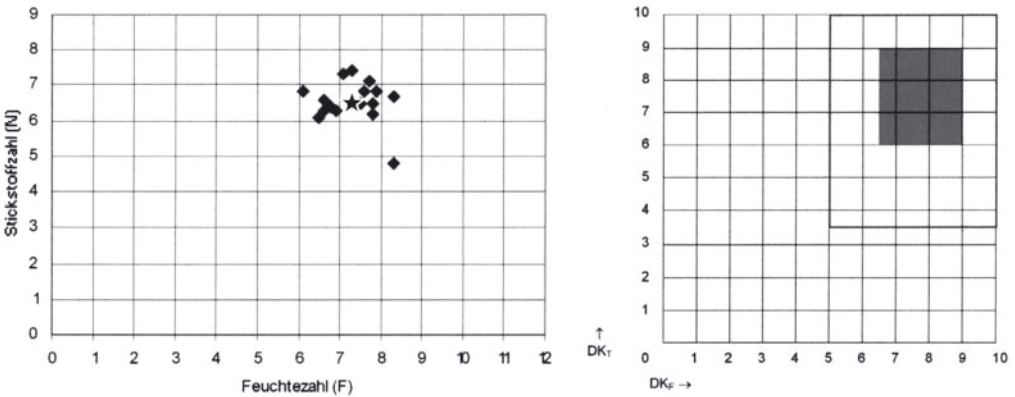


Abb. 71: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix triandra* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. triandra* anhand von 17 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,8	5,5	4,6	7,3	6,9	6,5	0,1

5.9 *Salix viminalis* L.

Salix viminalis wächst meist auf feuchten bis nassen, nährstoffreichen Sand- und Schlickböden der Flußauen. Meist ist sie die häufigste Strauchweide in den Auegebüschchen der Unterläufe der Flüsse. Zusammen mit der Mandel-Weide, vereinzelt auch mit der Purpur-Weide, bildet sie das *Salicetum triandrae*. Diese Assoziation steht standörtlich zwischen dem Rohrglanzgrasröhricht und dem Silberweidenwald. *Salix triandra* und *S. viminalis* sind sehr häufig miteinander vergesellschaftet. Eine Betrachtung der ökologischen Weiserwerte zeigt deutliche Gemeinsamkeiten. Für beide Arten konnte eine Oberboden-Trophie von 6,0-9,0 (kräftig bis reich) ermittelt werden. Bei der Oberboden-Feuchte wurden für *S. triandra* ein Wert von 6,5-9,0 (mäßig feucht bis naß) und für *S. viminalis* ein Wert von 6,5-8,0 (mäßig feucht bis feucht) ermittelt (Abb. 71 und 72). Bemerkenswert ist das Eindringen eines Neophyten (*Impatiens glandulifera*) mit einer Stetigkeit von 29 % (Tab. 48 und 49) in das Mandelweiden-Korbweidengebüsch. Außerhalb der Aue ist die Korb-Weide oft gepflanzt worden und hat sich von diesen Standorten aus gelegentlich sekundär weiter ausgebreitet.

Tab. 49: Begleitarten von *Salix viminalis* L. mit einer Stetigkeit von über 25 %

Baumschicht		Strauchschicht		Krautschicht	
<i>Salix × rubens</i>	67 %	<i>Salix triandra</i>	79 %	<i>Urtica dioica</i>	83 %
<i>Salix alba</i>	63 %	<i>Salix purpurea</i>	33 %	<i>Phalaris arundinacea</i>	71 %
<i>Salix fragilis</i>	46 %	<i>Rubus caesius</i>	33 %	<i>Galium aparine</i>	50 %
				<i>Iris pseudacorus</i>	50 %
				<i>Calystegia sepium</i>	46 %
				<i>Solanum dulcamara</i>	42 %
				<i>Symphytum officinale</i>	38 %
				<i>Phragmites australis</i>	33 %
				<i>Impatiens glandulifera</i>	29 %

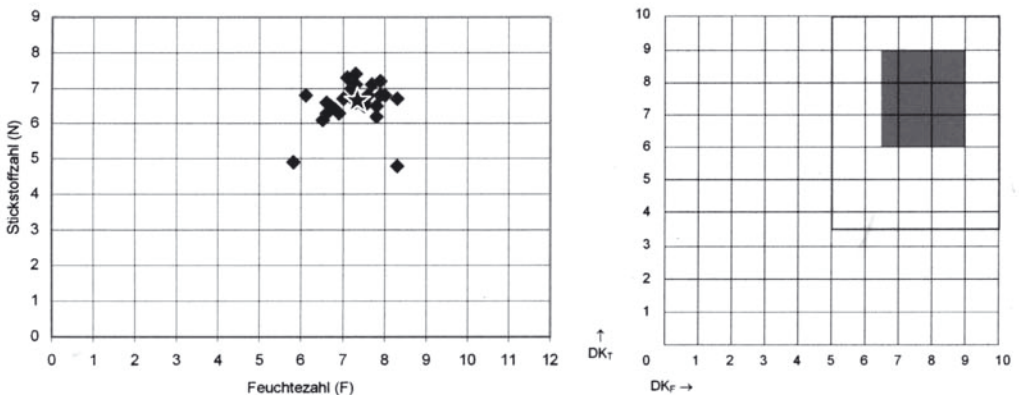


Abb. 72: Gegenüberstellung von mittlerer Feuchte- und Stickstoffzahl (★ = Gesamtmittel) mit den Werten von Oberboden-Trophie und Oberboden-Feuchte der Untersuchungsflächen von *Salix viminalis* L.

Mittlere Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) für *S. viminalis* anhand von 24 Untersuchungsflächen:

L	T	K	F	R	N	S
6,7	5,6	4,5	7,3	6,8	6,6	0,1

6 Möglichkeiten der Generhaltung bei der Gattung *Salix* L.

6.1 Grundlagen

Mit dem in Rio de Janeiro unterzeichneten „Übereinkommen über die biologische Vielfalt“ (Biodiversitätskonvention), das nach der Umsetzung in nationales Recht von 30 Staaten im Dezember 1993 in Kraft trat, erhielten der Schutz und die nachhaltige Nutzung der Genressourcen weltweit einen neuen Stellenwert.

In den gewässernahen Bereichen kommt aus vegetationsökologischer Sicht vor allem den Weidengebüschen (ELLENBERG 1992) besondere Bedeutung zu. Durch ihr weit verzweigtes Wurzelsystem verfügen die Weiden über eine gute Bodenhaftung, die Erosionen entgegenwirkt. Sie sind Erstbesiedler von Rohböden und vertragen selbst längere Überstauungen. Beispielsweise hat die Silber-Weide von allen Auwaldgehölzen die höchste Überflutungstoleranz (GERKEN 1988).



Abb. 73: *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS auf einem Dünenrücken an der Ostseeküste auf der Insel Bornholm (Dänemark).

Neben den Weidenarten der Flußauen erfüllen auch die anderen heimischen *Salix*-Arten wichtige Aufgaben in verschiedenen Ökosystemen. So ist die Sal-Weide eine bedeutende Art in den Initialstadien von Vorwaldgesellschaften. Bei der Sekundärbesiedlung von Freiflächen, Brachen, Halden und stillgelegten Gruben ist sie oft das erste Holzgewächs. *Salix repens* ssp. *argentea* kann durch das Fixieren des Sandes eine entscheidende Gratisfunktion beim Schutz naturnaher Küstendünen übernehmen (Abb. 73).

Jedoch nur durch klare Charakterisierung der Weiden in der Natur können praktische Verwendungsmöglichkeiten der Arten, insbesondere in der Landschaft, und Maßnahmen zum Schutz seltener und gefährdeter Arten eingeleitet werden.

6.2 Konzeptionen und Schwerpunkte

Mit dem „Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland“ (KLEINSCHMIT 1989) wurden entscheidende Grundlagen erarbeitet. Anhaltspunkte zum Schutz und zur Erhaltung genetischer Ressourcen bilden folgende gesetzlichen Regelungen:

- Waldgesetze des Bundes und der Länder (Erhaltung des Waldes in seiner genetischen Mannigfaltigkeit)
- Naturschutzgesetzgebung (Maßnahmen zum Schutz der Arten, Biotopschutz)
- Rechtsvorschriften über forstliches Saat- und Pflanzgut (Vertrieb von forstlichem Vermehrungsgut, Zulassung von Erntebeständen, Samenplantagen, Klonsammlungen) - die Gattung *Salix* L. unterliegt **nicht** dem Forstsaatgutgesetz.

Aus dem o. g. Konzept ergibt sich das Ziel, das Ausmaß der Gefährdung des Genbestandes festzustellen und Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt für die heimischen Baum- und Straucharten vorzuschlagen.

Für alle Arten der Gattung *Salix* L. schreibt das Konzept eine "dringliche" Erhaltungswürdigkeit und Erhaltungsnotwendigkeit (zweithöchste von insgesamt vier Prioritätsstufen) vor. Dabei sind in-situ die Erhaltung von Beständen und die Förderung von Naturverjüngung vorgesehen. Als ex-situ-Maßnahmen sollte die Anlage von Samenplantagen und Klonsammlungen erfolgen. Für deren Begründung müßten Stecklinge gewonnen werden. Erhaltungsbestände sollten ebenfalls über Stecklingsmaterial angelegt werden (KLEINSCHMIT 1989).

Für den Erfolg des Konzeptes müssen ökologische, populationsgenetische und pflanzenzüchterische Erkenntnisse genutzt werden. Flankierend werden Arten- und Biotopschutzmaßnahmen vorgeschlagen (KLEINSCHMIT 1989).

In einem Projekt zur Charakterisierung und Erfassung von Weidenvorkommen im Einzugsgebiet des Rheins und der Weser (Nordrhein-Westfalen) konnten erste Voraussetzungen für eine sinnvolle Generhaltung bei der Gattung *Salix* L. getroffen werden. Im Untersuchungsgebiet wurden 56 Teilflächen unterschiedlicher ökologischer Standorte für die Erfassung ausgewählt und beschrieben. Es erfolgte eine floristische Charakterisierung der Teilflächen. Für den Aufbau einer Genbank der Gattung *Salix* L. konnten 491 Einzelindividuen auf den

Tab. 50: Generhaltungsbedarf der im NO-deutschen Tiefland natürlich vorkommenden Weidenarten

Art	Generhaltungsbedarf / Maßnahmen
<i>S. alba</i>	- Erhaltung der charakteristischen Standorte - Stecklingsgewinnung von vorhandenen flächigen, naturnahen Vorkommen und sehr alten Einzelbäumen - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers
<i>S. aurita</i>	- Erhaltung der reinen Art auf den wenigen noch vorhandenen nährstoffarmen Flachmoorwiesen und in den Heidemoorgebieten - Gewinnung von Vermehrungsgut an solchen Reliktstandorten - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers
<i>S. bicolor</i>	- Erhaltung des letzten weiblichen Brocken-Klons
<i>S. caprea</i>	- Weide mit Pionierholzcharakter, kaum steckholzwüchsig - Ausweisung einzelner ausgewählter Vorkommen mit der Möglichkeit zur gezielten Saatgutgewinnung
<i>S. cinerea</i>	- Erhaltung großflächiger Gebüschkomplexe der Art mit der Möglichkeit einer gezielten Saatgutgewinnung - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers
<i>S. daphnoides</i>	- Erfassung und Charakterisierung der Relikte in Küstennähe - Einleitung von Schutzmaßnahmen am Standort - Gewinnung von Vermehrungsgut - Anlage von Ersatzbeständen und Dauergenerhaltungsflächen
<i>S. fragilis</i>	- Erhaltung der charakteristischen Standorte, auf denen noch Reliktorkommen zu finden sind, vorrangig an Nebenflüssen der Elbe (u.a. Bode, Selke), einschließlich Vermehrung - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers mit Möglichkeit zur Saatgutgewinnung - Anlage von Dauergenerhaltungsflächen
<i>S. myrsinifolia</i>	- Erfassung und Vermehrung der Einzelexemplare - Erhaltung der charakteristischen Standorte, auf denen noch Reliktorkommen zu finden sind - Anlage von Dauergenerhaltungsflächen
<i>S. pentandra</i>	- Erfassung und Charakterisierung der Relikte auf nährstoffarmen Flachmoorstandorten - Gewinnung von Vermehrungsgut - Anlage von Dauergenerhaltungsflächen
<i>S. purpurea</i>	- Erhaltung der charakteristischen Standorte in naturnahen Auegebüsch, insbesondere an Nebenflüssen der Elbe (u.a. Bode, Selke, Saale) - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers
<i>S. repens</i> s. l.	- Erfassung und Charakterisierung der Relikte - Einleitung von Schutzmaßnahmen am Standort - Anlage von Stecklingsmutterquartieren (nach Möglichkeit nach Unterarten getrennt) mit Möglichkeit zur Saatgutgewinnung - Anlage von Ersatzbeständen und Dauergenerhaltungsflächen
<i>S. triandra</i>	- Erhaltung der charakteristischen Standorte in naturnahen Auegebüsch, insbesondere auch an Altarmen - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers
<i>S. viminalis</i>	- Erhaltung der charakteristischen Standorte in naturnahen Auegebüsch - Anlage eines Stecklingsmutterquartiers

Teilflächen ausgewählt werden. Eine Dokumentation dieser Exemplare ist in einer Fundortdatei (ZANDER 1998 und 1999) zusammengefaßt.

Aus diesen Untersuchungen lassen sich folgende Aufgaben und Schlußfolgerungen zur Generhaltung bei der Gattung *Salix* L. ableiten:

- Erfassung, Auswahl und Dokumentation von Populationen und Einzelindividuen der Gattung *Salix* L. (weidenspezifische Datenbank).
- Umfangreiche Isoenzymuntersuchungen sollen zur Auswahl reiner Arten für die Generhaltungsplantagen (Stecklingsmutterquartiere) beitragen. Die Frage nach jeweils unterschiedlichen ökologischen Anpassungen kann erst unter Berücksichtigung der genetischen Variabilität beantwortet werden.
- Vermehrung dieser ausgewählten Einzelindividuen, um eine Mindestzahl von 60 vermehrten Klonen je Weidenart für den Aufbau einer Weidengenbank zu erreichen (Stecklingsmutterquartier, Samenplantage).
- Vegetationsökologische Freilandhebungen und –auswertungen auf ausgewählten Flächen naturnaher Weichholzstandorte.
- Mit der Anlage von Generhaltungsquartieren soll die Grundlage für die zukünftige Vermehrung und Nutzung als Genreservoir geschaffen werden. Insbesondere für seltene Arten sollen Vorkommen evaluiert werden, um bei diesen gefährdeten Arten Dauergenerhaltungsflächen und Ersatzbestände anlegen zu können.
- Neben dem Aufbau von Mutterquartieren sollen schon mögliche Flächen zur Neuanlage ausgewählt und projektiert werden. Bei der Begründung sollte unbedingt Beachtung finden:
 - maximale Artenzahl entsprechend der Standortbedingungen
 - gleicher Anteil von weiblichen und männlichen Individuen innerhalb einer Weidenart
 - hohe Anzahl genetisch verschiedener Individuen

Aus diesen Aufgaben ergibt sich für die im NO-deutschen Tiefland nachgewiesenen Arten ein unterschiedlicher Generhaltungsbedarf (Tab. 50). Eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Arten spielten deren Verbreitung im Gebiet (BENKERT et al. 1996) und die potentielle Gefährdungssituation (BENKERT & KLEMM 1993, JEDICKE 1997).

Für Deutschland wird *S. bicolor* als verschollen und die im NO-deutschen Tiefland nicht vorkommende *S. myrtilloides* als vom Aussterben bedroht eingestuft. Weiterhin wurden in der deutschen „Roten Liste“ (KORNECK et al. 1996) *S. daphnoides* als stark gefährdet und *S. myrsinifolia* als gefährdet eingeschätzt. In den Listen der Bundesländer des NO-deutschen Tieflandes tauchen neben den o. g. Arten *S. repens* s. l., einschließlich Unterarten, in der Kategorie gefährdet auf. Für Mecklenburg-Vorpommern ist außerdem *S. purpurea* als gefährdet eingestuft. Die Einstufung von *S. myrsinifolia* als verschollen für Sachsen-Anhalt kann revidiert werden, da der bereits seit Jahrzehnten bekannte Fundort an der Warmen Bode im Oberharz (HERDAM 1995) bestätigt werden konnte.

7 Diskussion

Mit Hilfe der vorliegenden Untersuchungen sollte überprüft werden, inwieweit mit der komplexen Betrachtung morphologisch-taxonomischer, phänologischer, biochemischer, genetischer und vegetationsökologischer Merkmale eine umfassende Charakterisierung der im NO-deutschen Tiefland vorkommenden Strauchweidenarten und Bastarde möglich ist. Die Eignung verschiedener Merkmale zur Artdifferenzierung erwies sich am günstigsten über den Vergleich von nahe verwandten Arten bzw. Unterarten innerhalb einer Sektion. Daher lag ein Untersuchungsschwerpunkt in der Unterscheidung der *Salix-repens*-Unterarten.

Nach Literaturrecherchen und umfangreichen Freilanduntersuchungen ließen sich die untersuchten Strauchweidenarten unproblematisch voneinander trennen. Probleme gab es in der eindeutigen Identifizierung von Weidenbastarden und in der Unterscheidung von Unterarten. Deshalb erwies es sich als erforderlich, weiterführende Untersuchungen durchzuführen.

7.1 Unterscheidungsmöglichkeiten mit Hilfe morphologisch-taxonomischer und phänologischer Merkmale

Infolge der innerartlichen Variabilität und der sich daraus ergebenden unterschiedlichen Definition des Artbegriffs verschiedener Autoren erwies sich zunächst eine monographische Beschreibung der für den Untersuchungsraum relevanten Arten als notwendig. Allein für die Sektionen *Incubaceae* KERN. und *Myrtilloides* L. ermittelte MANG (1962) 247 Namen für Arten, Unterarten, Varietäten und Synonyma.

Taxonomische Untersuchungen zur Gattung *Betula* L., bei der ähnliche Probleme, wie Schwierigkeiten bei der Abgrenzung von Unterarten auftreten, führte HIBSCH-JETTER (1994) durch. Dabei erwies sich infolge hoher intraspezifischer Variabilität die Erfassung einer Vielzahl von Blatt- und Blütenmerkmalen, einschließlich der Verhältnisse zwischen einzelnen Merkmalen, als effektive Aufnahmemethode. Die einzelnen Unterarten der Birken konnten erst durch eine multivariate Berücksichtigung vieler Merkmale überschneidungsfrei voneinander getrennt werden.

Eine wichtige Frage bestand in der Klärung des nomenklatorischen Ranges der Sippen des *Salix-repens*-Komplexes. Dazu wurde eine Vielzahl von morphologisch-taxonomischen und phänologischen Merkmalen erfaßt. Zur Auswertung kamen 29 Merkmale für weibliche und 27 Merkmale für männliche Individuen. Mit Hilfe einer Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse) wurden die morphologischen Merkmale analysiert und ihre Bedeutung zur Unterscheidung der Unterarten herausgestellt.

Ein einzelnes morphologisch-taxonomisches bzw. phänologisches Merkmal allein ist nicht geeignet, die *Salix-repens*-Unterarten eindeutig voneinander zu trennen. Entscheidender Grund für die meist unzureichende Differenzierungsmöglichkeit einzelner Merkmale ist eine hohe innerartliche Variabilität. Neben genetisch bedingter Variation unterliegt diese Variabilität einem schwer quantifizierbaren Einfluß verschiedener Umweltfaktoren. Dennoch unterscheiden sich einige Merkmale deutlich und eignen sich besonders zur Differenzierung des *Salix-repens*-Komplexes (Tab. 51 und 52).

Als deutlichstes Unterscheidungsmerkmal stellte sich das Merkmal „Spreitenverhältnis“, unabhängig vom jeweils betrachteten Geschlecht heraus. In der neueren Bestimmungsliteratur wird diesem Merkmal gleichfalls eine wichtige Rolle beigemessen (HESS et al. 1976, NEUMANN 1981, HÖRANDL 1992, QUINGER 1993).

Für die weiblichen Individuen kommt dem Verhältnis von Kätzchendurchmesser : Kätzchenlänge (Kätzchenindex) ein hoher Stellenwert bei der Differenzierung zu. Die Unterart *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* bildet kugelige Kätzchen aus und hebt sich somit von den anderen Unterarten deutlich ab. Erwähnt wird dieses Merkmal u. a. von MANG (1962) und SKVORTSOV (1990), welche bei *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* auf rundliche, kurz-kugelige weibliche Knospen hinweisen.

Bei den männlichen Individuen kommt dem Verhältnis von Nektarium : Tragblatt große Bedeutung zu. Die Beobachtungen decken sich mit denen von MANG (1962), wobei sich wiederum *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* mit einem Verhältnis von 0,5 deutlich von den anderen Unterarten abhebt.

Tab. 51: Komponentenmatrix weiblicher *Salix repens* L. (Hauptkomponentenanalyse)

Merkmal	Komponente (Faktor)		
	1	2	3
Verhältnis von Kätzchendurchmesser : Kätzchenlänge	-0,962		
Spreitenverhältnis	-0,955		
Kätzchenstiellänge	0,924		
Anzahl der Seitennervenpaare	-0,912		
Spreitenindex	0,892		
Verhältnis von Kätzchenstiellänge : Kätzchenlänge	0,881		
Blüh-Ende	0,827		
Blätter voll entfaltet	0,820		
Anzahl der Kätzchenstiellaubblättchen	0,803		
Blühbeginn	0,739	0,504	
Länge des Nektariums	0,738	-0,640	
Kätzchenlänge	0,736	0,514	
Spreitenlänge	-0,722		
Vollblüte	0,717	0,522	
Länge bis zur breitesten Stelle	-0,713		
Blätter geschoben	0,703	0,619	
Blattlänge	-0,693		
Spreitenbreite	0,684	-0,508	
Griffellänge	-0,636		
Stielindex	0,522		
Kätzchendurchmesser		0,855	
Fruchtknotenstiellänge		0,799	
Verhältnis von Nektarium : Fruchtknotenstiel	0,586	-0,783	
Verhältnis von Fruchtknotenstiel : Tragblatt		0,771	
grüne Blattspitzen	0,590	0,639	
Strahligkeit der Narben		0,586	-0,559
Tragblattlänge			0,590
Lage der breitesten Stelle			0
Blattstiellänge			0

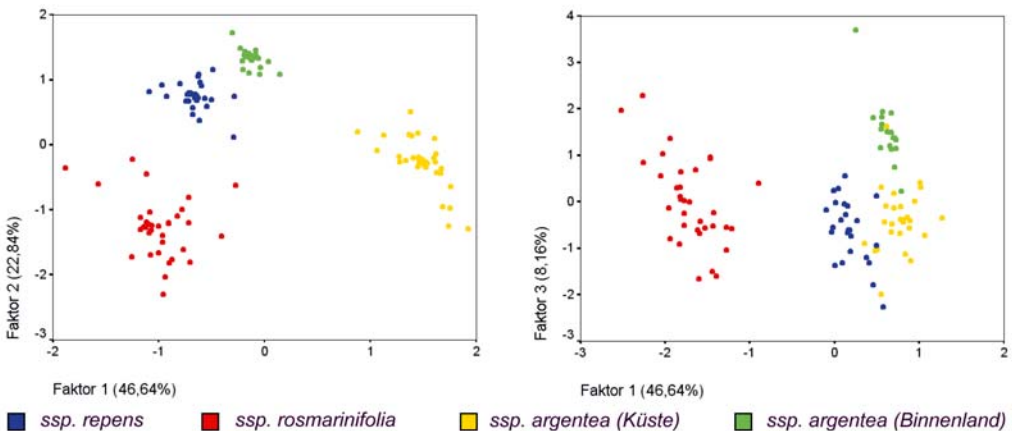


Abb. 74: Zweidimensionale Darstellung von morphologischen und phänologischen Merkmalen auf Grundlage der Hauptkomponentenanalyse bei weiblicher *Salix repens* L.

Tab. 52: Komponentenmatrix männlicher *Salix repens* L. (Hauptkomponentenanalyse)

Merkmal	Komponente (Faktor)		
	1	2	3
Verhältnis von Nektarium : Tragblatt	-0,950		
Spreitenverhältnis	-0,940		
Staubfädenlänge	-0,937		
Anzahl der Seitenervenpaare	-0,888		
Blüh-Ende	0,880		
Blätter voll entfaltet	0,874		
Verhältnis von Tragblatt : Staubfädenlänge	0,873		
Spreitenindex	0,848		
Länge des Nektariums	-0,843		
Verhältnis von Kätzchenstiellänge : Kätzchenlänge	0,839		
Kätzchenstiellänge	0,826		
Blühbeginn	0,807		
Kätzchendurchmesser	-0,803		
Vollblüte	0,788	0,510	
Blätter geschoben	0,778	0,546	
Spreitenlänge	-0,728		
Länge bis zur breitesten Stelle	-0,718		
Blattlänge	-0,703		
grüne Blattspitzen	0,677	0,611	
Spreitenbreite	0,633	-0,545	
Anzahl der Kätzchenstiellaubblättchen		-0,759	
Kätzchenlänge			-0,788
Tragblattlänge			-0,661
Verhältnis von Kätzchendurchmesser : Kätzchenlänge			0,629
Blattstiellänge			0,501
Stielindex			0
Lage der breitesten Stelle			0

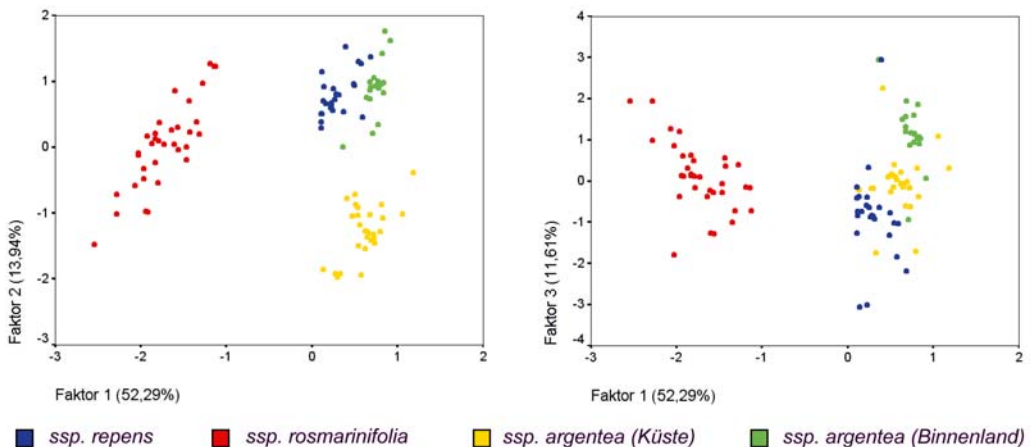


Abb. 75: Zweidimensionale Darstellung von morphologischen und phänologischen Merkmalen auf Grundlage der Hauptkomponentenanalyse bei männlicher *Salix repens* L.

Größere Bedeutung in der Unterartdifferenzierung besitzen bei weiblichen Individuen außerdem die Merkmale „Kätzchenstiellänge“, „Anzahl der Seitennervenpaare“, „Spreitenindex“ und das „Verhältnis von Kätzchenstiellänge zu Kätzchenlänge“. Für die männlichen Individuen werden zusätzlich den Merkmalen „Staubfadenlänge“, „Anzahl der Seitennervenpaare“ sowie den phänologischen Merkmalen „Blüh-Ende“ und „Blätter voll entfaltet“ große Bedeutung beigemessen.

Im Gegensatz zu anderen Weidenarten ist das Merkmal „Lage der breitesten Stelle“ bei der Differenzierung im *Salix-repens*-Komplex bedeutungslos.

Die graphischen Darstellungen der Faktoren auf Grundlage der Hauptkomponentenanalyse zeigen sowohl bei weiblichen als auch männlichen Individuen eine deutliche Abgrenzung von *S. repens* ssp. *rosmarinifolia* (Abb. 74 und 75). Größere Ähnlichkeiten zueinander weisen *S. repens* ssp. *repens* und *S. repens* ssp. *argentea* (Küste und Binnenland) auf. Dennoch beschreiben die Punktwolken in der Darstellung der Kombination von Faktor 1 und 2 eine Abstufung zwischen den Unterarten.

Die Abgrenzung mit Hilfe morphologischer und phänologischer Merkmale, dargestellt am Beispiel des *Salix-repens*-Komplexes, zeigt eindeutige Unterscheidungsmöglichkeiten (*S. repens* ssp. *rosmarinifolia* und *S. repens* ssp. *argentea* (Küste). Über den Merkmalsvergleich der dargestellten Faktoren ist eine eindeutige Zuordnung der Binnenlandvorkommen von *S. repens* ssp. *argentea* nicht möglich. Es liegen bei der Merkmalsauswertung Ähnlichkeiten sowohl zu den Küstenvorkommen von *S. repens* ssp. *argentea* als auch zu *S. repens* ssp. *repens* vor.

7.2 Vererbungsverhalten von Weidenbastarden

Die Gattung *Salix* L. gilt noch immer wegen häufig erwähnter Bastardbildungen bei Botanikern als sehr problematisch. In den nur morphologisch-taxonomisch durchgeführten Untersuchungen (u. a. v. SEEMEN 1908-1913, BUSER 1940) stoßen die Autoren infolge einer hohen intraspezifischen Variabilität der Arten bei einer eindeutigen Trennung von Bastarden auf Grenzen.

Von den nach intensiver Literaturlauswertung (siehe Tab. 1) erwähnten 41 Bastardverbindungen der Strauchweidenarten im NO-deutschen Tiefland konnten in den Untersuchungsräumen 21 Bastardverbindungen bestätigt werden (Tab. 53).

RECHINGER (1981) gibt für 30 von den erwähnten 41 Bastardverbindungen Fundortangaben an. Ein Vergleich der eigenen Bastardfunde mit den Angaben RECHINGERS (1981) belegt in 19 Fällen eine Übereinstimmung bei erfolgreich nachgewiesenen Bastarden (Tab. 53).

Nach eigenen Beobachtungen wird der Bastardanteil bei Strauchweidenarten im NO-deutschen Tiefland auf 1 bis 5 % geschätzt. Auf Sekundärstandorten kann der Bastardanteil in der 1. Besiedlungsphase deutlich ansteigen. Detaillierte Beobachtungen liegen aus einer innerstädtischen Grube in Berlin-Neukölln mit einem Bastardanteil von ca. 20 % vor. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt NEUMANN (1955, 1981), der von einem Bastardanteil von weniger als 5 % ausgeht. In diesem Zusammenhang können die Beobachtungen von HEIDENREICH (1864) und BUSER (1940) bestätigt werden. Sie beschrieben ein häufiges Auftreten von Bastarden in aufgelassenen Gruben, an Böschungen oder an öfter nachrutschenden Geröllhalden. In geschlossenen, ungestörten Beständen, wo die Elternarten in großer Menge miteinander vorkommen, beobachteten sie Bastarde dagegen sehr selten.

Die von RECHINGER (1981) als zweifelhaft angesehene Bastardverbindung *S. myrsinifolia* × *purpurea* konnte nur in den Alpen am Rhonegletscher (Schweiz) gefunden werden. Eine von RECHINGER (1981) nicht erwähnte Kombination *S. myrsinifolia* × *viminalis* wurde in einer

Tab. 53: Übersicht über in der Literatur angegebene Bastarde (RECHINGER 1981) in Gegenüberstellung zu gefundenen bzw. künstlich erzeugten Hybriden

(+ = Bastard gefunden bzw. Kreuzung gelungen; 0 = keine Angaben bzw. Kreuzung nicht durchgeführt; - = Bastard nicht gefunden bzw. Kreuzung mißlungen; ? = Deutung des Bastards sehr zweifelhaft)

Angegebener Bastard	Vorkommen nach RECHINGER	gefundene Bastarde ZANDER	eigene Kreuzung ZANDER	Kreuzung WICHURA 1865	Kreuzung NILSSON 1918
<i>S. aurita</i> × <i>caprea</i>	+	+	+	0	0
<i>S. aurita</i> × <i>cinerea</i>	+	+	+	0	+
<i>S. aurita</i> × <i>daphnoides</i>	0	-	+	0	0
<i>S. aurita</i> × <i>myrtilloides</i>	+	+	0	0	0
<i>S. aurita</i> × <i>myrsinifolia</i>	+	+	+	0	0
<i>S. aurita</i> × <i>purpurea</i>	+	-	+	0	+
<i>S. aurita</i> × <i>repens</i>	+	+	+	0	+
<i>S. aurita</i> × <i>starkeana</i>	+	-	0	-	0
<i>S. aurita</i> × <i>triandra</i>	?	-	-	0	-
<i>S. aurita</i> × <i>viminalis</i>	+	-	+	0	+
<i>S. bicolor</i> × <i>caprea</i>	+	-	0	0	0
<i>S. bicolor</i> × <i>myrsinifolia</i>	0	-	+	0	0
<i>S. bicolor</i> × <i>repens</i>	?	-	0	0	0
<i>S. caprea</i> × <i>cinerea</i>	+	+	+	-	+
<i>S. caprea</i> × <i>daphnoides</i>	+	-	0	+	0
<i>S. caprea</i> × <i>myrsinifolia</i>	+	+	+	0	0
<i>S. caprea</i> × <i>purpurea</i>	+	-	-	0	+
<i>S. caprea</i> × <i>repens</i>	+	+	+	0	0
<i>S. caprea</i> × <i>starkeana</i>	0	-	0	0	0
<i>S. caprea</i> × <i>viminalis</i>	+	+	+	+	+
<i>S. cinerea</i> × <i>daphnoides</i>	?	-	+	0	0
<i>S. cinerea</i> × <i>myrsinifolia</i>	+	+	+	0	0
<i>S. cinerea</i> × <i>purpurea</i>	+	+	+	+	0
<i>S. cinerea</i> × <i>repens</i>	+	+	+	0	+
<i>S. cinerea</i> × <i>starkeana</i>	+	-	0	0	0
<i>S. cinerea</i> × <i>triandra</i>	?	-	-	0	-
<i>S. cinerea</i> × <i>viminalis</i>	+	+	+	-	+
<i>S. daphnoides</i> × <i>purpurea</i>	+	-	0	0	+
<i>S. daphnoides</i> × <i>myrsinifolia</i>	0	-	+	0	0
<i>S. daphnoides</i> × <i>repens</i>	+	+	+	0	0
<i>S. myrtilloides</i> × <i>repens</i>	+	-	+	0	0
<i>S. myrtilloides</i> × <i>starkeana</i>	0	-	0	0	0
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>purpurea</i>	?	+	+	-	0
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>repens</i>	+	+	+	-	0
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>starkeana</i>	+	-	0	0	0
<i>S. myrsinifolia</i> × <i>viminalis</i>	0	+	+	0	0
<i>S. purpurea</i> × <i>repens</i>	+	+	+	0	+
<i>S. purpurea</i> × <i>starkeana</i>	0	-	0	0	0
<i>S. purpurea</i> × <i>viminalis</i>	+	+	+	+	0
<i>S. repens</i> × <i>starkeana</i>	+	-	0	-	0
<i>S. repens</i> × <i>viminalis</i>	+	+	+	-	0
<i>S. triandra</i> × <i>viminalis</i>	+	+	+	-	0

innerstädtischen Grube in Berlin-Neukölln gefunden. Die im Gegensatz zu RECHINGER (1981) nicht gefundenen Bastarde lassen sich mit der vorrangigen Kombination von Artenbeteiligung begründen, die in den Untersuchungsgebieten verschollen oder nur sehr selten sind. Dazu gehören die 8 Bastardkombinationen mit den beteiligten Arten *S. starkeana*, *S. myrtilloides*, *S. bicolor* und *S. daphnoides*.

Durch Kreuzungsexperimente wurde versucht, 29 von diesen angegebenen 41 Kombinationen künstlich zu erzeugen. Aufgrund von unzureichendem oder nicht zur Verfügung stehendem Ausgangsmaterial konnten die 12 anderen Kombinationen nicht reproduziert werden. Zusätzlich kam noch die für die Untersuchungsräume nicht erwähnte und nicht gefundene Kombination *S. aurita* × *daphnoides* dazu. Von diesen 30 Versuchen waren 27 erfolgreich.

Mit Hilfe der Kreuzungsversuche gelang der Nachweis, daß die untersuchten Vertreter der Untergattung *Vetrix* DUM. größtenteils gut miteinander kreuzbar sind und vitale Nachkommen bilden.

Die taxonomische Bewertung von *S. myrtilloides* erscheint in der neueren Literatur sehr uneinheitlich. Zum einen wird die Art zur Untergattung *Chamaetia* (DUM.) NASAROV gestellt (SKVORTSOV 1968, RECHINGER 1992), zum anderen sowohl von RECHINGER (1964) als auch von HÖRANDL (1992) der Untergattung *Vetrix* DUM. zugeordnet. Diese Einordnung erscheint logisch und kann mitgetragen werden, da *S. myrtilloides*, abgesehen von ihrem flachen, teilweise niederliegenden Wuchs, problemlos der Untergattung *Vetrix* DUM. zugeordnet werden kann. *S. myrtilloides* ließ sich problemlos mit *S. repens* s. l. kreuzen. Dieser Umstand überrascht nicht, weil der Bastard *S. myrtilloides* × *repens* in Mitteleuropa stellenweise häufiger als die reine *S. myrtilloides* ist (OBERLI 1981).

Die Aussagen von NIELSSON (1918), daß Kreuzungen zwischen Arten der Untergattung *Salix* und *Vetrix* DUM. gewöhnlich nicht gelingen oder nur Hybriden mit stark herabgesetzter Vitalität entstehen, konnten bestätigt werden. So ließen sich u. a. die von RECHINGER (1981) als sehr zweifelhaft angesehenen Bastarde *S. aurita* × *triandra* und *S. cinerea* × *triandra* nicht reproduzieren. Gleiches galt für die nicht von RECHINGER (1981) beschriebenen Kombinationen *S. pentandra* × *repens* und *S. repens* × *triandra* (beide in Tab. 53 nicht mit aufgeführt). Einzige Ausnahme einer gelungenen Kreuzung zwischen den Untergattungen *Salix* und *Vetrix* DUM. blieb *S. triandra* × *viminalis*. Jedoch zeigten die Jungpflanzen dieser Kreuzung gegenüber anderen Hybriden eine sehr langsame Jugendentwicklung und eine höhere Absterberate. Da sich trotzdem einige Pflanzen in freier Natur dieser Kombination zuordnen ließen, ist von einer Überlebensfähigkeit spontaner Hybriden auszugehen.

Ein Vergleich mit den Kreuzungsarbeiten von NIELSSON (1918) und WICHURA (1865) zeigt trotz anderer Artschwerpunkte einige Parallelen bei erfolgreichen Kreuzungsversuchen. (Tab. 53). Unterschiede gab es u. a. im nicht erfolgreichen eigenen Kreuzungsexperiment *S. caprea* × *S. purpurea*, hier konnte NIELSSON (1918) Hybriden reproduzieren.

Nach NIELSSON (1918) stehen die F₁-Bastarde der *Salix*-Arten in der Regel bezüglich mehrerer habitueller Merkmale intermediär zwischen den Elternarten. In seinen Beobachtungen weist NIELSSON (1918) auf einige Bastarde hin, z. B. *S. aurita* × *repens* und *S. caprea* × *viminalis*, bei denen der intermediäre Charakter in fast allen Merkmalen ausgeprägt ist. Für andere F₁-Bastarde (u. a. *S. caprea* × *purpurea*) beobachtete er, daß einige Merkmale stark dem einen und weitere Merkmale dem anderen Elter ähneln, das durchschnittliche Erscheinungsbild ist jedoch wieder intermediär. Er geht hier von einer „mosaikintermediären“ Vererbung in der F₁ aus, weil jeweils dominante Merkmale von beiden Eltern auftreten. Eine Merkmalsprüfung der erzeugten Hybriden an vier ausgewählten Blattparametern (Indices) konnte die Beobach-

tungen von NIELSSON (1918) weitestgehend bestätigen. Bei den Merkmalen „Spreitenverhältnis“, „Spreitenindex“ und „Lage der breitesten Stelle“ zeigten etwa dreiviertel der Kreuzungen eine annähernd intermediäre Vererbung. Das von NIELSSON (1918) erwähnte „mosaikintermediäre“ Verhalten der Hybriden zeigte u. a. die Kombinationen *S. daphnoides* × *repens* und *S. purpurea* × *repens* (Abb. 39). Bei *S. daphnoides* × *repens* ähnelt die Kreuzung im „Spreitenverhältnis“ bzw. „Spreitenindex“ dem Elter *S. repens* und in der „Lage der breitesten Stelle“ dem Elter *S. daphnoides*. Für *S. purpurea* × *repens* ist bezüglich des „Spreitenverhältnisses“ bzw. des „Spreitenindex“ eine Annäherung an *S. purpurea* erkennbar, während bei der „Lage der breitesten Stelle“ die Kreuzung *S. repens* ähnelte.

Das Merkmal „Stielindex“ zeigte bei den Kreuzungsjungpflanzen nicht das erwartete intermediäre Verhalten. Über die Hälfte der Kreuzungskombinationen hatte einen kleineren „Stielindex“ als beide Eltern. Inwieweit kurze Stiele im Verhältnis zur Gesamtblattlänge insbesondere nur bei juveniler Pflanzen auftreten, konnte nicht überprüft werden.

7.3 Phänologische Vergleiche zwischen reinen Arten bzw. Bastarden

Der Frage, ob sich aus unterschiedlichen phänologischen Entwicklungszeiten Einschränkungen in der natürlichen Kreuzbarkeit der Arten ergeben, ist bereits KERNER (1860) mit vergleichenden phänologischen Untersuchungen an Strauchweidenarten in den Donau-Auen Niederösterreichs nachgegangen. In acht aufeinanderfolgenden Jahren vermerkte er die Zeit der ersten Blüten. Als Mittelwerte gibt er für: *S. daphnoides* 26. 03., *S. caprea* 27. 03., *S. viminalis* 01. 04., *S. purpurea* 08. 04., *S. repens* s. l. 15. 04., *S. cinerea* 15. 04., *S. triandra* 16. 04. an.

Phänologische Beobachtungen erfolgten in zwei aufeinanderfolgenden Jahren. Da die Untersuchungen in beiden Jahren mit einem zum 30jährigen Mittel sehr gegensätzlichen Temperaturverlauf im Frühjahr durchgeführt wurden, resultieren deutliche Unterschiede im phänologischen Verhalten der Arten. Es zeigte sich also die Notwendigkeit, für einen Artvergleich die phänologischen Auswertungen von mindestens zwei oder mehr Jahren zu benutzen.

Das Jahr 1996 war durch einen sehr späten Vegetationsbeginn geprägt mit der Folge eines engen Ablaufs der phänologischen Phasen. Trotzdem heben sich die vorlaufende Blütezeit von *S. daphnoides* und der späte Blühzeitpunkt von *S. aurita* deutlich ab. Im Jahr 1997 dehnte sich die phänologische Entwicklung über einen längeren Zeitraum aus. Hieraus ergibt sich eine breitere Differenzierung zwischen den untersuchten Arten. Auch 1997 beginnt *S. daphnoides* als erste Art mit der Blüte und *S. aurita* bildet wiederum den Abschluß, gefolgt nur noch von der 1996 nicht untersuchten *S. pentandra*. Unter Betrachtung beider Jahre sollte das Auftreten der im Kreuzungsexperiment erfolgreich erzeugten Hybriden *S. aurita* × *daphnoides* und *S. daphnoides* × *myrsinifolia* in freier Natur weitestgehend ausgeschlossen sein.

Die phänologischen Auswertungen von 1996 lassen sich sehr gut auf Sekundär- bzw. Extremstandorte reproduzieren, die durch eine schnelle Frühjahrserwärmung geprägt sind. Als ein Beispiel kann die bereits mehrfach erwähnte Grube in Berlin-Neukölln dienen, die aufgrund ihrer geschützten innerstädtischen Lage eine Wärmebegünstigung erfährt. Im Gegensatz zu den am Berliner Stadtrand gelegenen Untersuchungsflächen blühten hier Mitte März 1995 u. a. die Arten *S. caprea*, *S. myrsinifolia* und *S. viminalis* gemeinsam. *Salix daphnoides* war zu diesem Zeitpunkt schon verblüht. Unter diesem Umstand war an diesem Ort die Bestätigung der seltenen Bastardverbindungen *S. caprea* × *myrsinifolia* und *S. myrsinifolia* × *viminalis* nicht abwegig. Ein weiteres Beispiel für eng zusammenliegende phänologische Phasen ist der Extremstandort Brockenkuppe im Harz. Hier wurden am 8. Juni 1995 gemeinsam blühende Exemplare von *S. aurita* und *S. caprea* beobachtet. Diese Arten blühten im Tiefland nicht

gemeinsam. Die Vermutung, daß im Einzugsbereich des Brockens die Bastardverbindung *S. aurita* × *caprea* auftreten kann, konnte durch mehrere Funde bestätigt werden.

Eine weitere Fragestellung ergab sich nach dem phänologischen Vererbungsverhalten von Weidenbastarden. KERNER (1860) beobachtete bei vermeintlichen Bastarden eine Übereinstimmung in den phänologischen Entwicklungsphasen mit dem Elternteil, mit dem auch eine nähere Übereinstimmung im Gesamtbild aller Merkmale gegeben ist. Diese Hypothese kann so nicht bestätigt werden. Wie schon bei den morphologischen Merkmalen zeigen die Kreuzungskombinationen phänologisch vorzugsweise ein annähernd intermediäres bzw. mosaikintermediäres Verhalten.

Bemerkenswert ist weiterhin eine dominante Vererbung von *S. myrsinifolia* auf die Hybriden für den Beginn der Blüte zum Ende des Blattaustriebes.

7.4 Charakterisierungsmöglichkeiten mit Hilfe biochemischer und genetischer Untersuchungen

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand zunächst die Frage, ob sich zwischen reinen *Salix*-Arten genetische Unterschiede nachweisen lassen.

Vergleichende Untersuchungen zur Arttrennung führte AAS (1988) innerhalb der Gattung *Quercus* L. auf Grundlage von Isoenzymuntersuchungen durch. Dabei zeigte sich, daß auf Grundlage clusteranalytischer Allel- und Genotyphäufigkeiten eine eindeutige Trennung von Arten möglich ist. Jedoch gelang es nicht, 100 %ige artspezifische Bandenmuster zu finden. Demzufolge konnte ein möglicher Bastardstatus nicht eindeutig verifiziert werden.

Als Marker solcher Untersuchungen haben sich in der Forstpflanzenzüchtung und Genetik seit mehr als 20 Jahren Isoenzyme bewährt. Durch die Analyse von umweltunabhängigen Enzymproteinen (Protein als unmittelbares Genprodukt) ist es möglich, ein Individuum zwar nicht vollständig, aber punktuell genetisch zu charakterisieren.

Isoenzyme haben u. a. besonders Bedeutung für eine genetische Identifizierung von Populationen, Nachkommenschaften und Klonen, für Untersuchungen zu genetischer Variation in Reliktvorkommen oder für die Hilfe bei der Auswahl von Beständen und Vorkommen zur Generhaltung (BARTELS 1971, MÜLLER-STARCK et al. 1982).

Bei den Untersuchungen gelang es nicht, Isoenzymbanden nachzuweisen, die bei den untersuchten Weidenarten eindeutig artspezifisch sind. Dennoch konnten die *Salix*-Arten mit Hilfe unterschiedlicher Allel- und Genotyphäufigkeiten deutlich voneinander getrennt werden. Eine Trennung von Unterarten im *Salix-repens*-Komplex war mit Hilfe von Bandenhäufigkeiten nicht möglich. Hier zeigen sich deutlich die Grenzen dieser Untersuchungsmethode. Die über den genetischen Abstand (d_0) ermittelten Differenzen spiegeln die verwandtschaftlichen Verhältnissen innerhalb der Gattung *Salix* L. wieder, welche mit Hilfe von Dendrogrammen dokumentiert werden. Mit dieser Untersuchungsmethode konnten CHONG et al. (1995) an nordamerikanischen Weidenarten verwandtschaftliche Beziehungen darstellen. Eine sichere Identifizierung von Weidenbastarden war mit dieser Methodik nicht möglich. Trotzdem erwiesen sich für die Identifizierung von *Salix-repens* s. l.-Bastarden 3 von 11 untersuchten Genorten als sinnvoll. Auf Grundlage deutlich unterschiedlicher Allel- und Genotypfrequenzen ließ sich der Bastardcharakter der Individuen zwar mit einer hohen Sicherheit, aber nicht eindeutig bestätigen.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für Isoenzyme besteht in der Identifizierung einzelner Klone. Insbesondere für Arten, die leicht vegetativ vermehrbar sind, ist eine Überprü-

fung der Herkunft (von welcher Mutterpflanze) wegen Verwechslungsgefahr erforderlich. Als Beispiel wurde der vermeintlich letzte Klon der *S. bicolor* vom Brocken ausgewählt. Ziel der Untersuchungen war die Klassifizierung des in verschiedenen *Salix*-Sammlungen stehenden Brockenklons, aber auch eine Abgrenzung der Brockensippe von anderen *Salix-bicolor*-Herkünften. Mit Hilfe der Enzymsysteme Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH) und Leucin-Aminopeptidase (LAP) gelingt es, den Brockenklon zu identifizieren und gegenüber anderen *Salix-bicolor*-Herkünften abzugrenzen. Insbesondere das in homozygoter Ausprägung vorhandene Allel A₃ des Enzymsystems Sorbitol-Dehydrogenase (SBDH) eignet sich wegen seiner Seltenheit als Marker (ZANDER 1996).

Trotz der klaren Identifizierbarkeit des Brockenklons über Isoenzymuntersuchungen wird eine Überprüfung der Ursprünglichkeit des Materials empfohlen. Diese Untersuchungen sind nur durch einen Vergleich mit historischem Herbarmaterial über molekulare Markertechniken möglich.

Auf Grundlage der PCR-Untersuchungen ergibt sich die Möglichkeit einer Unterscheidung der Unterarten im *Salix-repens*-Komplex. Für die Individuen von *S. repens* ssp. *argentea* aus dem Binnenland zeichnet sich ein gewisser Grad genetischer Ähnlichkeit gegenüber den Küstenvorkommen dieser Unterart ab. Trotz des geringen Untersuchungsumfanges läßt sich die eigene Hypothese unterstützen, daß es sich bei den Binnenvorkommen dieser Unterart um sehr bedeutende und seltene Eiszeitrelikte handelt. Diese Vorkommen sind nur noch auf einzelnen konkurrenzschwachen, grundwasserbeeinflussten Sandstandorten mit zum Teil binnendünenähnlicher Prägung zu finden. Die Vermutung liegt nahe, daß es sich bei diesen Pflanzen teilweise um die ersten Holzgewächse am jeweiligen Standort handelt. Dabei wird eine Erstbesiedlung in feuchten Dünentälchen und eine mehrmalige Überwehung angenommen. Die heutigen Standorte befinden sich jedoch meist auf festgelegten Dünenrücken mit Trockenrasenvegetation. Einer weiteren Ausbreitung wirkt heutzutage die umgebende Bewaldung (meist Kiefer) und Verbuschung entgegen.

Die Möglichkeit einer standörtlichen Ausprägung von *S. repens* ssp. *repens* in binnendünenähnlichen Vegetationseinheiten kann im Gegensatz zu MANG (1962) nicht vertreten werden.

Bemerkenswert ist die Ähnlichkeit der zweidimensionalen Darstellungen morphologisch-phänologischer Merkmale (siehe Abb. 74 und 75) mit der Darstellung genetischer Ähnlichkeiten (Abb. 57) auf Grundlage von Hauptkomponentenanalysen. Hier zeigt sich ein sehr enger Zusammenhang zwischen der phänotypischen Ausprägung mit genotypischer Bedingtheit.

7.5 Vegetationsökologische Charakterisierung der Weiden

Neben der morphologischen Mannigfaltigkeit weisen die *Salix*-Arten auch pflanzensoziologisch und ökologisch ein unterschiedliches Verhalten auf.

Bezüglich der ermittelten Oberboden-Trophie bzw. Stickstoffzahl ist der gegenwärtige Entwicklungszustand der Untersuchungsflächen ausschlaggebend für die Artenzusammensetzung. Für *S. repens* ssp. *argentea* und *S. caprea* fällt es besonders schwer, eine typische Artenzusammensetzung zu ermitteln, weil die sukzessive Entwicklung des Standortes die „aktuelle Flora“ verändert.

Die Untersuchungen der Oberboden-Feuchte haben gezeigt, daß die Weiden feuchte bis nasse Standorte bevorzugen. Selbst die geringe Oberboden-Feuchte, die für *S. repens* ssp. *argentea* auf den Küstenstandorten ermittelt wurde, kann nicht über die Tatsache hinweg täuschen, daß sie nur wachsen kann, wenn der unterirdische Kriechstamm Anschluß an das Grundwasser hat.

Durch den Vergleich der von HOFMANN (1994) und ELLENBERG et al. (1992) ermittelten Zeigerwerte mit den in dieser Arbeit ermittelten Werten konnte hinsichtlich der Trophie und Feuchte ein ähnliches Verhalten festgestellt werden. Die größten Abweichungen traten bei der durch HOFMANN (1994) vorgegebenen Oberboden-Trophie u. a. bei *S. aurita* auf. Bei dem Vergleich der Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) mit den Zeigerwerten nach HOFMANN (1994) ergab sich eine weitgehende Übereinstimmung auf den Küstenstandorten mit Ausnahme der ermittelten Werte von *S. repens* ssp. *argentea*.

Fazit

Abschließend betrachtet lassen sich reine Arten anhand einzelner morphologischer Parameter deutlich voneinander trennen. Schwierigkeiten ergeben sich bei dieser Methode in der eindeutigen Identifizierung von Unterarten und Bastarden infolge einer breiten innerartlichen Variabilität.

Die Methodik der gelenkten Kreuzung bildet eine wichtige Grundlage zur Identifizierung von natürlichen Bastardverbindungen auf Grundlage von Blattindices und phänologischen Untersuchungen, da eine weitestgehende Übereinstimmung der Merkmale zwischen der Kreuzung und dem jeweiligen natürlichen Bastard nachgewiesen wurde.

Isoenzymanalysen eignen sich zur Artdifferenzierung. Eine eindeutige Zuordnung unklarer Kreuzungsprodukte bzw. von Unterarten ist auf Individualebene bei Isoenzymanalysen nicht möglich. Anwendungsmöglichkeiten sind in der Identifizierung von Klonen bei dieser Methode gegeben.

Die multivariate Berücksichtigung vieler morphologischer und phänologischer Merkmale, unter Zusatz molekularer Markertechniken (PCR) kann die Unterarten im *Salix-repens*-Komplex deutlich voneinander trennen.

Vegetationsökologische Untersuchungen weisen zwar auf ein teilweise unterschiedliches ökologisches Verhalten der Arten bzw. Unterarten hin, lösen aber Probleme bei der Identifizierung nicht.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen zur Charakterisierung ausgewählter Vertreter der Gattung *Salix* L. im NO-deutschen Tiefland durchgeführt.

Zu diesem Zweck erfolgten Kreuzungsversuche, morphologisch-taxonomische, phänologische, genetische und vegetationsökologische Untersuchungen. Einen großen Anteil der Arbeiten nahmen Analysen zum *Salix-repens*-Komplex ein.

Den zentralen Untersuchungsraum bildete das NO-deutsche Tiefland mit den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin und Sachsen-Anhalt, einschließlich des Harzes. Zusätzlich wurden Untersuchungsgebiete auf der Ostseeinsel Bornholm (Dänemark), in Westpolen (Wartheniederung, östliche Niederlausitz, Gegend um Poznan), im Einzugsgebiet des Rheins (Nordrhein-Westfalen) und den Schweizer Alpen (Reusstal, Gletschboden am Rhonegletscher) in die Erfassungen mit einbezogen. Die Untersuchungen umfaßten 112 Einzelflächen. Auf den Flächen erfolgte die Auswahl von 685 *Salix*-Einzelindividuen mit den zugehörigen Standortdokumentationen, von denen nach der Vermehrung bei 517 Klonen Pflanzenmaterial zur Verfügung stand.

Als Grundlage für weitere Untersuchungen erfolgte die Beschreibung von 18 Arten bzw. Unterarten nach intensiver Auswertung europäischer Weidenmonographien, vervollständigt durch eigene Beobachtungen an den natürlichen Standorten der jeweiligen Art.

Die Weiden verfügen über eine große innerartliche Variabilität. Die morphologische Mannigfaltigkeit wird am Beispiel des *Salix-repens*-Komplexes dargestellt. Neben der Betrachtung von Habitus-, Zweig-, und Knospenmerkmalen erfolgte ein intensiver Vergleich von Blattmerkmalen, einschließlich „Spreitenverhältnis“ und „Spreitenindex“. Letztere sind zur taxonomischen Unterscheidung am besten geeignet. Weiblichen Blütenmerkmalen kommt in der Differenzierung des *Salix-repens*-Komplexes größere Bedeutung zu als den männlichen Merkmalen.

Für das NO-deutsche Tiefland werden in der Literatur 41 Strauchweidenbastarde beschrieben, von denen in den Untersuchungsräumen 21 Bastardverbindungen bestätigt werden konnten.

Zum Studium des Vererbungsverhaltens der Weidenbastarde wurden Kreuzungsexperimente durchgeführt. Von insgesamt 81 Kreuzungen waren 56 erfolgreich. Für die insgesamt 27 unterschiedlichen Kreuzungskombinationen wird das Vererbungsverhalten der verschiedenen Blattparameter bezugnehmend auf die reinen Arten verglichen. Daneben erfolgt eine detaillierte Merkmalsbeschreibung dieser Kombinationen.

In den Jahren 1996 und 1997 wurden phänologische Daten erhoben. Es zeigen sich deutliche Unterschiede in der phänologischen Frühjahrsentwicklung der Weidenarten. Durch den späten Vegetationsbeginn 1996 sind die Entwicklungsstadien der Blattentfaltung und Blüte mit Ausnahme der *Salix aurita* L. (Mitte Mai) auf den sehr kurzen Zeitraum vom 14. April bis 4. Mai zusammengeschoben. Im Gegensatz dazu setzte 1997 der Beginn der phänologischen Entwicklungsstadien der Weidenarten sehr zeitig ein. Vor allem die frühblühenden Arten *Salix daphnoides* VILL. und *Salix caprea* L. hatten Ende März, vor Blühbeginn der anderen Arten, die Blüte beendet. Die Mehrzahl der untersuchten Arten blühte im April mit einer etwa verdoppelten Blühdauer im Gegensatz zum Vorjahr.

Bei den genetischen Untersuchungen gelang es nicht, Isoenzymbanden nachzuweisen, die bei den untersuchten Weidenarten 100 %ig artspezifisch sind. Dennoch konnten die *Salix*-Arten mit Hilfe unterschiedlicher Allel- und Genotyphäufigkeiten deutlich voneinander differenziert werden. Eine Untergliederung der Unterarten im *Salix-repens*-Komplex war mit Hilfe von Bandenhäufigkeiten nicht möglich. Hier zeigen sich deutlich die Grenzen dieser Untersuchungsmethode. Andererseits konnte der *Salix-bicolor*-Brockenklon mit Hilfe der Isoenzymanalysen von anderen Herkünften bzw. Klonen dieser Art deutlich abgegrenzt werden.

Auf Grundlage der PCR-Untersuchungen konnte eine Unterscheidung der Unterarten im *Salix-repens*-Komplex vorgenommen werden. Für die Individuen von *S. repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS aus dem Binnenland zeichnet sich ein gewisser Grad genetischer Ähnlichkeit gegenüber den Küstenvorkommen dieser Unterart ab. Trotz des geringen Untersuchungsumfanges läßt sich die eigene These unterstützen, daß es sich bei den Binnenvorkommen dieser Unterart um sehr bedeutende und seltene Eiszeitrelikte handelt.

Neben der morphologischen Mannigfaltigkeit weisen die *Salix*-Arten auch pflanzensoziologisch und ökologisch ein unterschiedliches Verhalten auf.

Über die Begleitarten ist keine scharfe Abgrenzung der Arten möglich, da viele Pflanzen Begleitarten mehrerer Weidenarten sind. Die Untersuchungen der Oberboden-Feuchte haben gezeigt, daß die Weiden feuchte bis nasse Standorte bevorzugen. Selbst die geringe Oberboden-Feuchte, die für *Salix repens* ssp. *argentea* (SM.) CAMUS auf den Küstenstandorten ermittelt wurde, kann nicht über die Tatsache hinweg täuschen, daß sie nur wachsen kann, wenn der unterirdische Kriechstamm Anschluß an das Grundwasser hat.

Die vorliegende Arbeit bestätigt die Bedeutung der komplexen Herangehensweise bei der Lösung taxonomischer Fragestellungen innerhalb der Gattung *Salix* L. Aus den Untersu-

chungen werden Aufgaben und Schlußfolgerungen zur Generhaltung bei der Gattung *Salix* L. abgeleitet.

Danksagung

Ich möchte allen danken, die mir bei der vorliegenden Arbeit behilflich waren.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H.-H. JESCH und Herrn Prof. Dr. H. SCHILL. Sie standen mir bei der Betreuung der Arbeit jederzeit mit Rat und Tat zur Seite. Für die Erstellung der Zeichnungen möchte ich mich bei Frau A. SCHILLING (Eberswalde) bedanken. Herrn O. DIETTERLE (Eberswalde) danke ich für die EDV-technische Beratung und Betreuung bei der Erstellung der Arbeit. Für die Durchführung der PCR bedanke ich mich bei Herrn Dr. K. DEHMER (IPK Gatersleben). Für gemeinsame Exkursionen und hilfreiche Diskussionen danke ich Herrn Prof. Dr. ENDTMANN (Eberswalde), Frau Dr. SCHRÖTER (Eberswalde), Herrn S. JEßEN (Chemnitz), Herrn FD H.-P. SCHMITT (Arnsberg), Herrn Dr. E. NATZKE (Magdeburg), Herrn M. RISTOW (Berlin), Frau B. SEITZ (Berlin), Frau U. KOBBE (Eberswalde), Herrn Dr. B. MÜLLER (Zürich), Herrn Dr. H.-U. KISON (Quedlinburg), Herrn Prof. Dr. H. HERDAM (Straßberg), Herrn Dr. D. FRANK (Halle/S.) und Herrn F. SCHUMANN (Flechtingen). Für wertvolle Hinweise zur Elektrophorese möchte ich mich bei Frau Dr. H. HERTEL (Waldsiefersdorf) und Herrn Dr. G. AAS (Bayreuth) bedanken. Bei Frau U. WINKLER (Eberswalde), Herrn Dr. A. BOLTE (Eberswalde) und Herrn Dr. R. KÄTZEL (Eberswalde) danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Weiterhin möchte ich den ehemaligen Eberswalder Studenten Herrn O. KOCH, Herrn M. HORNING, Herrn F. BECKER und Herrn M. FUNKE für die Mithilfe bei den Freiland- und Laboruntersuchungen danken. Dem Satzstudio Herrn Dr. A. STARK (Halle) danke ich für das große Entgegenkommen beim Setzen der Arbeit.

Meiner Frau Angelika und meiner Tochter Maria möchte ich für das Verständnis danken, was Sie der Arbeit entgegengebracht haben.

Anmerkung: Ein separater Druck der Arbeit, einschließlich eines Bestimmungsschlüssels kann über den Autor oder den Botanischen Verein Sachsen-Anhalt e. V. bezogen werden.

9 Literatur

- AAS, G. (1988): Untersuchungen zur Trennung und Kreuzbarkeit von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). Diss., Universität München. 159 S.
- AEBERSOLD, P. B.; WINANS, G. A.; TEEL, D. J., MILNER, G. B. & UTTER, F. M. (1987): Manual for starch gel electrophoresis: A method for the detection of genetic variation. NOAA Techn. Report NMFS 61.
- ANDERSON, E. (1949): Introgressive hybridisation. New York. 109 S.
- ANDERSSON, N. J. (1868): In DE CANDOLLE, A.: Promodus systematis naturalis regni vegetabilis. Paris 16, 2: 190-323.
- ARAVANOPOULOS, F. A.; ZSUFFA, L. & CHONG, K. X. (1993): The genetic basis of enzymatic variation in *Salix exigua*. *Hereditas* 119: 77-88.
- ARAVANOPOULOS, F. A.; ZSUFFA, L. & CHONG, K. X. (1994): Inheritance of Isozymes in *Salix eriocephala* Michx. *The Journal of Heredity* 85 (5):381-388.
- ASCHERSON, P. (1864): Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzogthums Magdeburg und Berlin. Berlin. S. 626-643, S. 100-101, S.142-144.
- BARTELS, H. (1971): Isoenzyme und ihre Bedeutung für die Forstpflanzenzüchtung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 26: 50-52.
- BENKERT, D.; FUKAREK, F. & KORSCH, H. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Jena, Lübeck, Stuttgart, Ulm, 618 S.
- BENKERT, D. & KLEMM, G. (1993): Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg. Rote Liste. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: 216 S.
- BERGMANN, F. (1991): Isozyme gene markers. In: MÜLLER-STARCK, G. & ZIEHE, M. (eds.): Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. Frankfurt a. M.: 67-78.
- BERGMANN, F.; MAURER, W. & HEILMANN, H. J. (1993): Die Stärkegel-Elektrophorese. Renaissance eines klassischen Verfahrens, Teil II: Praktische Durchführung. *Biomol im Dialog* 6, 7 S.
- BEISMANN, H.; BARKER, J., KARP, A. & SPECK, T. (1997): AFLP analysis sheds light on distribution of two *Salix* species and their hybrid along a natural gradient. *Molecular Ecology* 6: 989-993.
- BLACKBURN, K. B. & HARRISON, J. W. H. (1924): A preliminary account of the chromosomes and chromosome behavior in the Salicaceae. *Ann. Botany* 38: 361-378.
- BÖRTITZ, S. (1963): Die Anwendung chromatographischer Methoden zur biologischen Artendifferenzierung. *Wiss. TU Dresden* 12, 3: 591-596.

- BÜCHLER, W. (1985): Neue Chromosomenzählungen in der Gattung *Salix*. – 1. Teil. *Botanica Helvetica* **95**: 165-175.
- BÜCHLER, W. (1986): Neue Chromosomenzählungen in der Gattung *Salix*. – 2. Teil. *Botanica Helvetica* **96**: 135-143.
- BOCK, W. (1908): Taschenflora von Bromberg. Bromberg.
- BUSER, R. (1940): Kritische Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Weiden (verfaßt 1883, herausgegeben von W. KOCH). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **50**: 567-788.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin, Wien, New York. 865 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1982): Ufergebüsch der inneralpinen Flussläufe (Verband des Salicion pentandrae BR.-BL. 1949). *Fragmenta phytosociologica Raetica XI. Jber. Natf. Ges. Graubünden* **99**: 59-73.
- BREWER, G. J. (1970): An Introduction to Isozyme Techniques. Academic Press, New York
- BROWICZ, K. & GOSTYNSKA-JAKUSZEWSKA, M. (1970): Atlas of Distribution of Trees and Shrubs in Poland. Part **9**, Nr. 48: *Salix myrtilloides* L., S. 11-14.
- BROWICZ, K. & ZIELINSKI, J. (1977): Atlas of Distribution of Trees and Shrubs in Poland. Part **20**, Nr. 47: *Salix livida* Wahlb. Part **22**, Nr. 49: *Salix rosmarinifolia* L., S. 10-12.
- BRUNSFELD, S. J.; SOLTIS, D. E. & SOLTIS, P. S. (1991): Patterns of genetic variation in *Salix* section *Longifoliae* (Salicaceae). *American Journal of Botany* **78**, 6: 855-869.
- BUTH, D. G. & MURPHY, R. W. (1980): Use of nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)-dependent glucose-6-phosphate dehydrogenase in enzyme staining procedures. *Stain Technol.* **55**: 173-176.
- CAMUS, A. & CAMUS, E. G. (1904-1905): Classification et Monographie des Saules d' Europe et Monographie des Saules de France. *Paris. Journ. de Bot.* **18**: 177-213, 245-296, 367-372 (1904); **19**: 1-68, 87-144 (1905); **20**: 1-116 (1906).
- CHMELAR, J. (1967a): Taxonomische Probleme der Gattung *Salix* L. *Rocznik Dendrologiczny Warszawa* **21**: 129-133.
- CHMELAR, J. (1967b): Über die Wurzelungsfähigkeit der Weiden. *Acta universitatis agriculturae, Brno* **36**: 142-151.
- CHMELAR, J. (1979): The taxonomic importance of chromosome numbers in the genus *Salix* L. *Lesnictví* **25**: 411-415.
- CHMELAR, J. (1980): Einige neue Erkenntnisse in der Taxonomie der Gattung *Salix* L. *Wiss. Z. Univ. Berlin, Math.-Nat. Reihe* **29**: 333-335.
- CHMELAR, J. & MEUSEL, W. (1986): Die Weiden Europas. Die Gattung *Salix*. Wittenberg-Lutherstadt. 143 S.
- CHONG, K. X.; ZUFFA, L. & ARAVANOPoulos, F. A. (1995): Genetic Relationship Between *Salix exigua* and Other North American Willows (*Salix* L.): Evidence from Allozyme Variation. *Biochemical Systematics and Ecology* **23** No. 7/8: 767-771.
- DAMM, C. (1993): Untersuchungen zur Flora des Brockens. Dipl. Göttingen, S. 39.
- DE LORENZO, R. J. & RUDDLE, F. H. (1969): Genetic control of two electrophoretic variants of glucosephosphate isomerase in the mouse. *Biochem. Genet.* **3**: 151-162.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie, Grundlagen und Methoden. Stuttgart. 683 S.
- DUMORTIER, M. B. (1825): Verhandeling over het geslacht der Wilgen. Amsterdam.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Göttingen, *Scripta Geobotanica* **18**, 258 S.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl., Stuttgart, 1095 S.
- ENDTMANN, K. J. (1993): Bemerkungen zu vegetativen Merkmalen bei Sippen von *Salix* (Weide) aus NO-Deutschland. *Verh. Bot. Verein Berlin Brandenburg, Berlin* **126**: 149-179.
- ENDTMANN, K. J. & SCHRÖTER, B. (1993): Dendrologische Untersuchungen ökologisch bedeutsamer Weichlaubhölzer. Arbeitsbericht KAI e. V. Berlin, Eberswalde.
- FINKELDEY, R. (1993): Die Bedeutung allelischer Profile für die Konservierung genetischer Ressourcen bei Waldbäumen. *Göttinger Forstgenetische Berichte* **14**.
- FLODERUS, B. (1931): Salicaceae. In: HOLMBERG, O. R.: *Handbuch Scandinaviens Flora*: **1b** (I): 2-160.
- GEBHARDT, K. (1992): Grundlagen und Methoden der Züchtung pharmazeutisch wertvoller Weiden. *Die Holzzucht* **46**: 9-14.
- GEBUREK, (1987): Untersuchungen über das Wachstum der Fichte *Picea abies* (L.) Karst. in aluminiumtoxischen Hydrokulturen. Diss. Göttingen, 125 S.
- GERKEN, B. (1988): Auen - verborgene Lebensadern der Natur. Freiburg/Breisg., 132 S.
- GILLET, E. (1991): Genetic analysis of nuclear DNA restriction fragment patterns. *Genome* **34**: 693-703.
- GÖRZ, R. (1922): Über norddeutsche Weiden. *Feddes Repert. Beih., Dahlem bei Berlin*, **13**: 1-149.
- GREGORIUS, H. R. (1974): Genetischer Abstand zwischen Populationen. I. Zur Konzeption der genetischen Abstandsmessung. *Silvae Genetica* **23**: 22-27.
- GREGORIUS, H. R. (1980): The probability of losing an allele when diploid genotypes are sampled. *Biometrics* **36**: 643-652.

- HALE, L. R. & SINGH, R. S. (1991): A comprehensive study of genetic variation in natural populations of *Drosophila melanogaster*. IV. Mitochondrial DNA variation and the role of history vs. selection in the genetic structure of geographic populations. *Genetics* **129**: 103-117.
- HALLIER, E. (1882): 31. Salicineae. In: von SCHLECHTENDAL, D. F. L.; LANGETHAL, L. E. & SCHENK, E.: Flora von Deutschland **10**: 8-96.
- HAMPE, E. (1873): Flora Hercynica oder Aufzählung der im Harzgebiete wildwachsenden Gefäßpflanzen, nebst einem Anhang, enthaltend die Laub- und Lebermoose. Halle, 383 S.
- HARTIG, T. (1851): Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. System und Beschreibung der europäischen Weiden. Berlin, 580 S.
- HARRIS, H. & HOPKINSON, D. A. (1976): Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics. North-Holland, Amsterdam.
- HATTEMER, H. H.; BERGMANN, F. & ZIEHE, M. (1993): Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. Frankfurt a. M., 492 S.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1989): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart, 768 S.
- HEIDENREICH, D. (1864): Über die Häufigkeit von Weidenbastarden an den "Puszinen" nächst Tilsit in Ostpreußen. Österr. Bot. Zeitschr. **14** (1): 14-18.
- HEIDENREICH, D. (1874): Das Artrecht der *Salix dasyclados* WIMMER (*S. longifolia* HOST.). Österr. Bot. Zeitschr. **24**, 11: 325-336.
- HENDERSON, N. S. (1965): Isozymes of isocitrate dehydrogenase: Subunit structure and intracellular location. *J. Exp. Zool.* **158**: 263-274.
- HERDAM, H. (1995): Neue Flora von Halberstadt. Farn- und Blütenpflanzen des Nordharzes und seines Vorlandes (Sachsen-Anhalt). Botanischer Arbeitskreis Nordharz e. V. Quedlinburg. 385 S.
- HESS, H.; LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1976): Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete (**1**), Basel: 653-677.
- HIBSCH-JETTER, C. (1994): Birken in den Alpen; Taxonomisch-ökologische Untersuchungen an *Betula pubescens* EHRH. und *Betula pendula* ROTH. *Contributions Biologiae Arborum* **6**. Landsberg am Lech. 171 S.
- HOFMANN, G. (1994): Forstliche Vegetationskunde. Grundstudium 4. Semester, Vorlesung und Exkursionen. Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Forstwirtschaft (nicht publ.). 189 S.
- HÖRANDL, E. (1992): Die Gattung *Salix* in Österreich mit Berücksichtigung angrenzender Gebiete. *Abh. der Zool.-Bot. Ges. Österreich (Wien)* **27**, 170 S.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J. (1976): Atlas Florae Europaeae **3**. Salicaceae to Balanophoraceae. Helsinki.
- JEDICKE, E. (Hrsg.) (1997): Die Roten Listen. Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotope in Bund und Ländern. Stuttgart, 581 S.
- KAISER, E. (1955): Das Thüringer Becken zwischen Harz und Thüringer Wald. Gotha
- KERNER, A. (1860): Niederösterreichische Weiden. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien.* **10**: 3-56, 197-282.
- KIM, Z. S. (1979): Inheritance of leucine aminopeptidase and acid phosphatase isozymes in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Silvae Genetica* **28**: 68-71
- KIM, Z. S. (1985): Viability selection at an allozyme locus during development in European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Silvae Genetica* **34**: 181-185
- KLEINSCHMIT, J. (1989): Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Erarbeitet von der Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Erhaltung Forstlicher Genressourcen" Schriftleitung Forstdirektor Dr. Jochen KLEINSCHMIT. *Forst und Holz* **44** (15): 379-404.
- KOCH, W. D. J. (1837): Synopsis Florae Germaniae et Helvetiae, ed. 1. Leipzig.
- KOCH, W. D. J. (1840): Taschenbuch der deutschen und schweizer Flora. Leipzig.
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D. & LAUTENSCHLAGER-FLEURY, E. (1994): Die Weiden von Mittel- und Nordeuropa. Bestimmungsschlüssel und Artbeschreibung für die Gattung *Salix* L. Basel, Boston, Berlin, 171 S.
- LEMKE, W. (1960): Über das Erkennen von Weidenbastarden. *Decheniana* **112**, 2: 243-249.
- LID, J. (1987): Norsk, svensk, finsk Flora. *Det Norske Samlaget*. Oslo, 837 S.
- LIN, D.; HUBBES, M. & ZSUFFA, L. (1994): Differentiation of poplar and willow clones using RAPD fingerprints. *Tree Physiology* **14**: 1097-1105.
- LIN, C. C.; SHIPMANN, G.; KITTRELL, W. A. & OHNO, S. (1969): The predominance of heterozygotes found in wild goldfish of Lake Erie at the gene locus for sorbitol dehydrogenase. *Biochem. Genet.* **3**: 603-607.
- LINNÉ, C. (1753): *Species Plantarum* (I). Stockholm, 1020 S.
- MANG, F. W. C. (1962): Zur Kenntnis der gegenwärtigen Vertreter der *Salix*-Sektion *Incubacea* DUMORTIER und ihrer häufigsten Bastarde in Schleswig-Holstein, Hamburg u. d. angrenzenden Gebieten. *Mitt. Arbeitsgem. Floristik Schleswig-Holstein und Hamburg* **10**: 1-79.
- MANG, F. W. C. (1982): Kleinstrauchweiden für die freie Landschaft. *Deutsche Baumschule* **10**, 82: 7-10.
- MEIKLE, R. D. (1984): Willows and Poplars of Great Britain and Ireland. *BSBI Handbook* **4**, London, Bot. Soc. British Isles. 198 S.

- MEIKLE, R. D. (1992): British willows; some hybrids and some problems. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* **98 B**: 1-12.
- MEUSEL, H. (1939): Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. *Hercynia* **2**: 1-372.
- MEUSEL, H.; JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraluropäischen Flora. Bd. I, Kartenteil. Jena, 258 S.
- MÜLLER-STARCK, G. (1985): Genetic differences between "tolerant" and "sensitive" beeches (*Fagus sylvatica* L.) in an environmentally stressed adult forest stand. *Silvae Genetica* **34**: 230-241.
- MÜLLER-STARCK, G. (1989): Genetic implications of environmental stress in adult forest stands of *Fagus sylvatica* L. In: SCHOLZ, F.; GREGORIUS, H. R. & RUDIN, D. (eds.): *Genetic Effects of Air Pollutants in Forest Tree Populations*. Berlin, Heidelberg: 127-142.
- MÜLLER-STARCK, G.; ZIEHE, M.; BERGMANN, F.; GREGORIUS, H. R. & HATTEMER, H. H. (1982): Die Samenplantage als Instrument der Vermehrung von Waldbäumen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* **153**: 220-229.
- MÜLLER-STARCK, G. & ZIEHE, M. (1991): Genetic variation in populations of *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L. and *Q. petraea* Liebl. in Germany. In: MÜLLER-STARCK, G. & ZIEHE, M. (eds.): *Genetic Variation in European Populations of Forest Trees*. Frankfurt a. M.: 125-140.
- MÜLLER-STARCK, G.; ZANETTO, A.; KREMER, A. & HERZOG, S. (1996): Inheritance of isoenzymes in sessile oak (*Quercus petraea* MATT.) LIEBL.) and offspring from interspecific crosses. *For. Genet.* **3**: 1-12.
- MURPHY, R. W.; SITES, jr., J. W.; BUTH, G. B. & HAUFLE, C. H. (1996): Proteins. Isozyme Electrophoresis (Chapter 4). In: HILLIS, D. M.; MORITZ, C. & MABLE, B. K. (eds.): *Molecular Systematics*. Second Edition. Sunderland, Massachusetts, 51-120.
- NEUMANN, A. (1955): Floristische Beiträge zur geobotanischen Geländearbeit in Deutschland (II). *Salix*-Bestimmungsschlüssel für Mitteleutschland. *Wiss. Zeitschr. Univ. Halle* **4**: 755-766.
- NEUMANN, A. (1981): Die mitteleuropäischen *Salix*-Arten (verfaßt 1955, herausgegeben von A. DRESCHER). *Mitt. d. forstl. Bundes-Versuchsanstalt Wien*; **134**, 152 S.
- NEUMANN, A. & POLATSCHKEK, A. (1972): Cytotaxonomischer Beitrag zur Gattung *Salix*. *Ann. Naturhist. Museum Wien* **76**: 619-633.
- NEWSHOLME, C. (1992): Willows. The genus *Salix*. London. 224 S.
- NIELSSON, N. H. (1918): Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix*. *Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Adv. 2.* **14** Nr. 28, 145 S.
- NIELSSON, N. H. (1954): Über hochkomplexe Bastardverbindungen in der Gattung *Salix*. *Hereditas* **40**: 517-522.
- OSBERDORFER, E. (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften (Teil 2) Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. Jena, Stuttgart, 355 S.
- OBERLI, H. (1981): *Salix myrtilloides* L. (Heidelbeerblättrige Weide). Zum einzigen schweizerischen Vorkommen dieser Reliktgehölzart im Kanton St. Gallen. *Ber. Tätigk. St. Gallen Naturwiss. Ges.* **81**: 73-134.
- ORTMANN, C. (1959): Zur Methodik der künstlichen Samenträgerkultur und Sämlingsanzucht bei *Salix*. *Der Züchter* **29**, 3: 132-137.
- ORTMANN, C. (1964): Über die Weiterentwicklung der Anzuchtmethode mit Untergrundbewässerung bei Sämlingen der Salicaceae. *Der Züchter* **34** (5): 227-229
- OSSWALD, L. (1910): Bericht über das Vorkommen von *Salix hastata*. *Mitt. Thür. Bot. Ver. Weimar*, **27**.
- PASSARGE, H. (1996): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands (I). Berlin, Stuttgart, 298 S.
- PASSARGE, H. & HOFMANN, G. (1968): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes (II). Jena, 298 S.
- PETRY, A. (1910): Beiträge zur Kenntnis der heimischen Pflanzen- und Tierwelt. Teil I: Über Naturdenkmäler und Verbreitungsgrenzen in der Umgebung von Nordhausen. *Jahresbericht des Königlichen Real-Gymnasiums zu Nordhausen für das Schuljahr 1909-1910*, S. 1-37.
- POWELL, J. R. (1983): Molecular approaches to studying founder effects. In: SCHONEWALD-COX, C. M. et al. (eds.) S. 229-240.
- PURDY, B. & BAYER, R. (1995): Allozyme variation in the Athabasca sand dune endemic *Salix silicola* and the closely related widespread species *S. alaxensis*. *Syst. Bot.* **20**: 179-190.
- QUINGER, B. (1993): Salicaceae. In SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (eds.): *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs*, Stuttgart **2**: 117-170.
- RAJORA, O. P. & ZSUFFA, L. (1989): Multilocus genetic structure, characterization and relationship of *Populus* × *canadensis* cultivars. *Genome* **32**: 99-108.
- RAJORA, O. P. & ZSUFFA, L. (1991): Screening *Populus deltoides* Marsh. clones to assure and correct identity. *Scan. J. For. Res.* **6**: 471-478.
- RECHINGER, K. H. (1964): *Salix* L. In: TUTIN, H. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGESS, N. A.; VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (eds.): *Flora Europaea* **1**: Cambridge. 43-54.

- RECHINGER, K. H. (1981): *Salix* L.. In: HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 3, Teil 1, Berlin, Hamburg. 44-135.
- RECHINGER, K. H. (1992): *Salix* taxonomy in Europe - problems, interpretations, observations. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh **98 B**: 1-12.
- RISTOW, M. (1994): Vorarbeiten zur Flora von Berlin, 4. Teil. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Abt. III. Landesbeauftragter für Naturschutz, 27 S.
- ROGERS, S. O. & BENDICH, A. J. (1988): Extraction of DNA from plant tissues. In: GELVIN, S. B. & SCHILPEROORT, R. A. (eds.): Plant Molecular Biology Manual. Dordrecht, S. 1-10.
- ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4: Kritischer Band. Jena, Stuttgart, 811 S.
- SACHS, L. (1999): Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. Berlin, 846 S.
- SCHNEIDER, C. K. (1904): Handbuch der Laubholzkunde, Band 1. Jena.
- SCHNELLE, F. (1955): Pflanzen-Phänologie. Leipzig. Probleme der Bioklimatologie **3**, 299 S.
- SCHRÖTER, B. (1985): Gehölkundliche Grundlagen für den landeskulturellen Einsatz ausgewählter Klone des Eberswalder Strauchweidensortiments. Diss. Eberswalde.
- SCHUBERT, R.; HILBIG, W. & KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Jena, Stuttgart 403 S.
- SEEMEN, O. VON (1898-1899): *Salix*. In: ASCHERSON P. & GRAEBNER, P.: Flora des norddeutschen Tieflandes. Berlin, S. 233-246.
- SEEMEN, O. VON (1903): *Salices Japonicae*. Berlin.
- SEEMEN, O. VON (1908-1913): *Salix*. In: ASCHERSON P. & GRAEBNER, P.: Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. **4**: 54-350.
- SHAO, Y. (1991): Phytochemischer Atlas der Schweizer Weiden. Diss. ETH Zürich Nr. 9532, 198 S.
- SHAW, C. R. & PRASAD, R. (1970): Starch gel electrophoresis of enzymes – a compilation of recipes. Biochem. Genet. **4**: 297-330.
- SKVORTSOV, A. (1968): Ivy SSSR. (Willows of the USSR. A taxonomic and geographic Revision). Publishing Office "Nauka" Moscow, 262 S.
- SKVORTSOV, A. (1990): *Salix* L. In: ROTHMALER, W.: Exkursionsflora von Deutschland, Band 4: Kritischer Band. Berlin, S. 234-246.
- SKVORTSOV, A. & GOLYSCHewa, M. (1966): Studien über die Blattanatomie der Weiden in Beziehung zur Taxonomie der Gattung. Acta Bot. Acad. Sci. Hungaria. **12**: 125-174.
- SMITHIES, O. (1955): Zone electrophoresis in starch gels: Group variations in the serum proteins of normal individuals. Biochem J. **61**: 629-641.
- SOHMA, K. (1993): Pollen Diversity in *Salix* (Salicaceae). The Science Reports of the Tohoku University, 4th series (Biology) **40**: 77-178.
- SOLTIS, D. E.; HAUFLE, C. H.; DARROW, D. C. & GASTONY, G. J. (1983): Starch gel electrophoresis of ferns: A compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers, and staining schedules. Am. Fern J. **73**: 9-27.
- SPORLEDER, F. W. (1882): Verzeichnis der in der Grafschaft Wernigerode und der nächsten Umgegend wildwachsenden Phanerogamen und Gefäß-Kryptogamen, Wernigerode, 336 S.
- SZMIDT, A. E. & WANG, X. R. (1991): DNA markers in forest genetics. In: MÜLLER-STARCK, G. & ZIEHE, M. (eds.): Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. Frankfurt a. M.: 79-94.
- TOEPFFER, A. (1915): *Salices Bavariae*. Versuch einer Monographie der bayerischen Weiden unter Berücksichtigung der Arten der mitteleuropäischen Flora. Ber. Bayer. Bot. Ges. **15**: 17-233.
- TOEPFFER, A. (1925): 2. Reihe *Salicales*. In: KIRCHNER, O. von; LOEW, E. & SCHRÖTER, C.: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. **2**, 1: 292-468.
- TRIEST, L.; DE GREEF, B.; D'HAESELEER, M.; ECHHGADDA, G.; VAN SLYCKEN, J. & COART, E. (1997): Variation and inheritance of isozyme loci in controlled crosses of *Salix alba* and *Salix fragilis*. Silvae Genetica **47**, 2/3: 88-94.
- TUROK, J. (1996): Genetische Untersuchungen bei der Buche – Genetische Anpassungsprozesse und die Erhaltung von Genressourcen in Buchenwäldern (*Fagus sylvatica* L.) Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen, LÖBF-Schriftenreihe **8**, 136 S.
- WEBER, E. (1974): Monographie der *Salix alba* L. spec. plant (1753) unter Berücksichtigung genetischer und züchterischer Aspekte. Forstwiss. Zentralblatt **93**: 233-247.
- WEIN, K. (1924): Naturdenkmäler in der Pflanzenwelt der Umgebung von Nordhausen. Der Harz **27**: 400-403.
- WERTH, C. R. (1985): Implementing an isozyme laboratory at a field station. Virginia J. Sci. **36**: 53-76.
- WETTSTEIN-WESTERSHEIM, W. von (1929): Zur Technik der künstlichen Kreuzung bei Weiden (*Salix*). Der Züchter **1**, 4: 125-126.
- WICHURA, M. (1865): Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden. Breslau, 95 S. und 2 Taf.

- WILKINSON, J. (1944): The cytology of *Salix* in relation to its taxonomy. Ann. Bot., ser. nov. London, **8**: 269-284.
- WILLDENOW, C. L. (1796): Berl. Baumz. 1796. In Species Plantarum. Berlin, *Salix*: Bd.4, S. 691.
- WIMMER, F. (1849): Verzeichnis der in Schlesien wildwachsenden Weiden etc. Regensburger Botanische Zeitung **32**: 33-52.
- WIMMER, F. (1866): *Salices Europaeae*. Breslau. 286 S.
- YEH, F. C. & O' MALLEY, D. (1980): Enzyme variations in natural populations of Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, from British Columbia. Slivae Genetica **29**: 83-92.
- ZANDER, M. (1990): Vitalitätseinschätzungen und genetische Untersuchungen an Buchenbeständen. Diplomarbeit, Halle, 58 S.
- ZANDER, M. (1996): Zur genetischen Identifizierung der *Salix bicolor* EHRH. ex WILLD.-Vorkommen vom Brocken. Mitt. flor. Kart. Sachsen-Anhalt **1**: 31-37.
- ZANDER, M. (1998): Charakterisierung und Erfassung der Weidenvorkommen im Einzugsgebiet des Rheins/Nordrhein-Westfalen. Projektbericht; Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (LÖBF), 169 S.
- ZANDER, M. (1999): Charakterisierung und Erfassung der Weidenvorkommen im Einzugsgebiet der Weser/Nordrhein-Westfalen. Projektbericht; Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (LÖBF), 98 S.
- ZANDER, M. (2000): Untersuchungen zur Identifizierung ausgewählter Vertreter der Gattung *Salix* L. im NO-deutschen Tiefland, unter besonderer Berücksichtigung des *Salix-repens*-Komplexes. Diss., Humboldt-Universität zu Berlin, 162 S.
- ZANETTO, A.; KREMER, A.; MÜLLER-STARCK, G. & HATTEMER, H. H. (1996): Inheritance of isozymes in pendunculate oak (*Quercus robur* L.). J. HERED. **87**: 364-370.

Anschrift des Autors:

Dr. Matthias Zander
Am Annafließ 3
D - 15344 Strausberg