

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 150 (1999)

**Heft:** 11

  

**Artikel:** Die Gattung Salix : eine Einführung in die Vielfalt, Biologie und Ökologie der Weiden

**Autor:** Holdenrieder, Ottmar / Rudow, Andreas / Aas, Gregor

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098452>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die Gattung *Salix*. Eine Einführung in die Vielfalt, Biologie und Ökologie der Weiden

OTTMAR HOLDENRIEDER, ANDREAS RUDOW und GREGOR AAS

Keywords: *Salix* sp.; dendrology; ecology. FDK 176.1 *Salix*: 165

**Abstract:** Due to their pioneering character and their regenerative ability, willows (*Salix* spp.) are of special importance for nature conservation, restoration of ecosystems and biological engineering. The article provides a literature review of the systematics, morphology, biology, conservation and utilisation of willows.

**Abstract:** Wegen des Pioniercharakters und des hohen Regenerationspotentials spielen die Weiden (*Salix* spp.) für Naturschutz, Renaturierungsmassnahmen und Ingenieurbiologie eine bedeutende Rolle. Vorgestellt wird eine Literaturübersicht zu Systematik, Morphologie, Biologie, Ökologie, Schutz und Nutzung der Weiden.

## 1. Einführung

Die Weiden (Gattung *Salix* L.) sind ausserordentlich variable Gehölze, die von der Forst- und Naturschutzpraxis häufig nicht in dem Masse berücksichtigt werden, wie sie es aufgrund ihrer ökologischen Bedeutung verdienen würden. Eine wesentliche Ursache für diese oft zu beobachtende Vernachlässigung der Weiden, die sich gelegentlich sogar zu einer «Berührungsangst» gegenüber diesen Gehölzen entwickelt, dürfte in der oft etwas schwierigen Bestimmung der zahlreichen Arten liegen. Der folgende Beitrag will eine Einführung in die Vielfalt der Weiden, ihre Funktionen in der Landschaft und aktuelle Forschung zum Thema *Salix* bieten und zur vertieften Beschäftigung mit Weiden anregen. Eine wichtige Voraussetzung für ein qualitativ hochwertiges Ökosystemmanagement (vgl. CHRISTENSEN *et al.* 1996) ist die Entwicklung der persönlichen Fähigkeit zur differenzierten Wahrnehmung der biologischen Vielfalt. Die Beschreibung morphologischer Merkmale nimmt deshalb im folgenden Beitrag einen relativ breiten Raum ein. Auf Weiden spezialisierte Arboreten (vgl. RUDOW *et al.* 1999) sind Orte, wo man dieser Vielfalt begegnen kann.

## 2. Etymologie

Die Bedeutung des Wortes «*Salix*», das seit der Antike (zumindest für die Silberweide, *S. alba*) in Gebrauch ist, ist nicht vollständig geklärt. Wahrscheinlich geht es auf das indogermanische Wort «sal» zurück, das «schmutziggrau» bedeutet, und bezieht sich auf die Farbe der Blätter einzelner Arten (z. B. *S. elaeagnos*, *S. cinerea*) oder auf die oft graue Rinde von Weiden (GENAUST 1996). Es dürfte aus dem Lateinischen abgeleitet sein, wo «sal» das schmutziggraue Natursalz bezeichnet (HECKER 1995). Eine alternative Herleitung ist aus den keltischen Wörtern «sal» (nahe) und «lis» (Wasser) möglich (SCHUBERT & WAGNER 1988). Das deutsche Wort «Weide» kommt aus dem Indogermanischen und bedeutet «biegsam» (HECKER 1995).

## 3. Systematik

Die Gattung *Salix* gehört zusammen mit *Populus* und den ostasiatischen Gattungen *Chosenia* und *Toisusu* zur Familie der *Salicaceae* (HEYWOOD 1993). Die Weiden wurden früher als sehr ursprüngliche Angiospermen aufgefasst (NEWSHOLME 1992). Neuere molekulargenetische Untersuchungen zeigen jedoch, dass diese Gehölze eine deutlich abgeleitete und deshalb wahrscheinlich relativ junge Gruppe darstellen (SITTE *et al.* 1998). Die Gattung *Salix* ist mit etwa 350 Arten vorwiegend in den gemässigten und kalten Zonen der Nordhemisphäre verbreitet. In Südamerika und Südafrika kommen ebenfalls einzelne Arten natürlich vor. Australien, Neu-Guinea, Neu-

seeland und die Antarktis besitzen keine autochthonen *Salix*-Arten, exotische Weiden sind jedoch in einem Teil dieser Gebiete ebenfalls vertreten (HEYWOOD 1993). In der Schweiz sind 30 Weidenarten einheimisch (LAUBER & WAGNER 1996).

Die Gattung *Salix* lässt sich in drei Untergattungen gliedern, von denen jede mehrere Sektionen umfasst (vgl. HORA 1993). Eine Auflistung sämtlicher Sektionen mit Artbeschreibungen findet sich bei NEWSHOLME (1992). Die folgende Übersicht zu den mitteleuropäischen Arten basiert auf SKVORTSOV (1968, zitiert nach BEAN 1980 und RECHINGER 1992):

- Subgenus *Salix* (syn. *Amerina*), Echte Weiden, mit elf Sektionen. Die männlichen Blüten dieser Untergattung tragen zwei bis zwölf nicht miteinander verwachsene Staubblätter und in der Regel zwei Nektardrüsen. Die Blütenstände sind langgestreckt, gelegentlich hängend. Hierzu gehören z. B. *S. triandra*, *S. pentandra* und die Baumweiden *S. alba* und *S. fragilis*.
- Subgenus *Caprisalix* (syn. *Vetrix*), Korb- und Salweiden, mit 14 Sektionen. Bei dieser Gruppe tragen die männlichen Blüten zwei Staubblätter, die ganz oder teilweise verwachsen sein können, und eine einzige Nektardrüse. Die Blütenstände sind kurz und aufrecht. Hierzu gehört die Mehrzahl der europäischen Strauchweiden, z. B. *S. appendiculata*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. daphnoides*, *S. hegetschweileri*, *S. helvetica*, *S. nigricans*, *S. purpurea*, *S. repens* und *S. viminalis*.
- Subgenus *Chamaetia*, Spalier- und Zwergweiden, mit sieben Sektionen. Die Vertreter dieser Untergattung sind kriechend oder sehr kleinwüchsig, ihre männlichen Blüten tragen in der Regel zwei bis drei Staubblätter und eine oder zwei Nektardrüsen. Zu dieser Untergattung gehören die Spalierweiden, z. B. *S. herbacea*, *S. reticulata*, *S. retusa*, *S. serpyllifolia* sowie verschiedene Kleinsträucher (z. B. *S. alpina*, *S. brevisserrata*, *S. myrsinites*).

## 4. Reproduktionssystem und Hybridisierung

Innerhalb der Gattung *Salix* ist Hybridisierung weit verbreitet. Die Hybriden zwischen verschiedenen Arten sind häufig (aber nicht immer) fertil und können ihren Elternarten unter bestimmten ökologischen Verhältnissen überlegen sein (MOSSELER 1990, FRITZ *et al.* 1998). Die Kenntnisse über die Hybridisierung stammen in der Regel aus Kreuzungsexperimenten (z. B. ARGUS 1974). Hier wurden multiple Hybriden mit bis zu 13 Elternarten erzeugt (HORA 1993). Das Ausmass der Hybridisierung unter natürlichen Bedingungen wird jedoch häufig überschätzt. In Europa dürfte selbst in optimalen Gebieten das Verhältnis (vermutete primäre) Hybriden zu Individuen der «reinen» Arten

in der Regel unter 1: 500 liegen (NEUMANN 1981). Selbst bei *S. alba* und *S. fragilis*, die als gut miteinander hybridisierende Arten gelten, scheint die Hybridisierung ein relativ seltenes Ereignis zu sein (Triest *et al.* 1997). Bei der amerikanischen Artengruppe Sect. *Longifoliae* wurde jedoch mit Hilfe von DNA-Markern aus den Chloroplasten eine häufige Hybridisierung am natürlichen Standort nachgewiesen (BRUNSFELD *et al.* 1992). Hybriden haben die grösste Überlebenschance an Standorten, wo infolge starker ökologischer Störungen die Konkurrenzvegetation beseitigt wurde (z. B. Gletschervorfelder, Überschwemmungsflächen). Daneben gibt es Sonderstandorte, an denen Hybriden offenbar ihren Elternarten überlegen sind (z. B. *S. repens* x *aurita* in Mooren Englands, NEWSHOLME 1992). Zwischen einzelnen Arten kommen auch grossflächig verbreitete Hybridschwärme vor (z. B. *S. x rubens* = *S. alba* x *S. fragilis*).

Die Mehrzahl der Weiden ist vegetativ über Stecklinge oder Steckhölzer leicht vermehrbar. Dieser Prozess lässt sich auch in der Natur beobachten, er wurde aber nur selten dokumentiert (z. B. DOUGLAS 1989, WORBES 1996). Die Fähigkeit zur Bildung von Reiterationen und Adventivwurzeln ermöglicht es Weiden, ihren Standort trotz ökologischer Störungen über längere Zeit zu behaupten und sich zumindest kleinräumig auszubreiten (KRASNY *et al.* 1988). Inwiefern eine vegetative Ausbreitung durch den Transport von Zweigen in Fließgewässern vorkommt, wurde bisher kaum exakt untersucht. Vermutet wird ein solcher Mechanismus seit langem besonders für *S. fragilis*, die ihren Namen der Brüchigkeit ihrer Zweige verdankt (BEISMANN *et al.* 1997a). Mit Hilfe molekulargenetischer Marker konnte diese Hypothese inzwischen gestützt werden (BEISMANN *et al.* 1997b).

Hess *et al.* (1967) beschreiben ein Gebiet bei Bex (Kt. Waadt), wo ausschliesslich weibliche Individuen von *S. caesia* vorkommen und Agamospermie (Samenbildung ohne Befruchtung) vorliegen könnte.

## 5. Morphologie und Bestimmung

Das Spektrum der Wuchsformen von *Salix*-Arten reicht von nur wenige Zentimeter hohen Spaliersträuchern in der alpinen Zone (z. B. *S. herbacea*) bis zu 30 m hohen Bäumen in den Auen des Tieflandes (*S. alba* und *S. fragilis* in Europa, *S. nigra* in Nordamerika). Die Mehrzahl der Weidenarten wächst strauchförmig (vgl. LOHMAYER 1975). Allen *Salix*-Arten gemeinsam sind folgende Merkmale (zusammengestellt nach NEWSHOLME 1992, HEYWOOD 1993 und SITTE *et al.* 1998): Es sind sommergrüne Gehölze, die Blätter sind in der Regel wechselständig, ungeteilt und kurz gestielt. Die Knospen sind kapuzenartig von meist nur einer Knospenschuppe umgeben. Die Blüten sind zu aufrechten oder abstehenden, ährenartigen Blütenständen («Kätzchen») vereinigt. Die Einzelblüten sitzen in den Achseln von Tragblättern, sind sehr klein, eingeschlechtig und ohne Perianth. Darstellungen von *Salix*-Blüten finden sich z. B. bei LAUTENSCHLAGER (1979) und LAUTENSCHLAGER-FLEURY & LAUTENSCHLAGER-FLEURY (1994). Fast alle Weiden werden von Insekten bestäubt; ihre Blüten sondern Nektar ab. In der Regel sind Weiden diözisch (d. h. männliche und weibliche Blüten finden sich auf verschiedenen Pflanzen). Es gibt aber auch Ausnahmen: so kommen z. B. bei der häufig als «Trauerweide» gepflanzten *S. alba* cv. «Tristis» (vermutlich eine Hybride zwischen *S. alba* und *S. babylonica*) männliche und weibliche Blüten auf der gleichen Pflanze und oft sogar im gleichen Blütenstand vor. Bei anderen Arten können auf den «männlichen» oder «weiblichen» Pflanzen ebenfalls Blüten des anderen Geschlechts auftreten, diese kommen aber meist nur in geringer Zahl vor und werden deshalb leicht übersehen. Detaillierte Untersuchungen an *S. nigricans* in Polen ergaben, dass zwittrige Individuen lokal durchaus häufig vorkommen können (FALINSKI 1998b).

Das Geschlechterverhältnis und die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Pflanzen wurden bei Weiden bisher nur selten untersucht. Im Gegensatz zu anderen diözischen Gehölzen überwiegen bei Weiden zumindest in der borealen Zone häufig die weiblichen Pflanzen. Auch in einer Population von *S. cinerea* in England ergab sich ein Verhältnis von 2:1 zugunsten der weiblichen Pflanzen (ALLIENDE & HARPER 1989). Das Geschlechterverhältnis bei einzelnen Weidenarten an einem bestimmten Standort kann sich aber im Verlauf der Sukzession ändern (FALINSKI 1980, 1998b). Für *S. nigricans* und *S. phylicifolia* konnte experimentell gezeigt werden, dass männliche Pflanzen häufiger von Mäusen geschädigt werden als weibliche (ELMQVIST *et al.* 1988). Der Grund dafür könnte in unterschiedlichen Gehalten an Tanninen und Salicortin liegen (ELMQVIST *et al.* 1991). Daneben wurden Unterschiede in der Kohlenstoffassimilation, der Dunkelatmung und der stomatären Leitfähigkeit zwischen männlichen und weiblichen Pflanzen nachgewiesen (DAWSON & BLISS 1993).

Die männlichen Blüten bestehen aus ein bis zwölf (meist zwei) Staubblättern, an deren Basis sich winzige keulenförmige Drüsen (Nektarien) befinden. Diese werden gelegentlich als Reste einer Blütenhülle gedeutet. Manchmal finden sich zusätzliche Nektarien am Blütenstiel. Die weiblichen Blüten bestehen aus einem oberständigen Fruchtknoten aus zwei miteinander verwachsenen Fruchtblättern. Auch die weiblichen Blüten liefern Nektar. In den Blüten werden zudem artspezifische Duftstoffe produziert, an denen sich Insekten orientieren können (TOLLSTEN & KNUDSEN 1992). Dieser Mechanismus wirkt, neben unterschiedlicher Blühphänologie, sehr wahrscheinlich als Barriere für Artkreuzungen (vgl. MOSSELER & PAPADOPOL 1989). Der Fruchtknoten entwickelt sich zu einer Kapsel mit zahlreichen, meist nur etwa 1,5 mm langen, endospermlosen Samen. Sie tragen einen Flugapparat, der aus langen und kurzen Haaren besteht, die den Samen am oberen Ende ringförmig umgeben. Die langen Haare stehen ab und dienen als Fallschirm, die kurzen Haare liegen ihm an und bilden einen Klammerapparat, der den Haarkranz am Samen befestigt. Die Samen werden bei trockener Witterung entlassen und durch den Wind verbreitet. Bei Befeuchtung löst sich durch eine hygroskopische Bewegung der Klammerhaare der Same vom Flugapparat und fällt auf den Boden. Weiden sind Lichtkeimer. Die Samen sind in der Regel nur wenige Tage bis Wochen keimfähig. Nur bei Hochgebirgsweiden können die Samen den Winter überdauern und im folgenden Frühjahr keimen (LAUTENSCHLAGER-FLEURY & LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994).

Bei oberflächlicher Betrachtung sehen viele Weidenarten zumindest im vegetativen Zustand sehr ähnlich aus. Beschäftigt man sich jedoch näher mit diesen Gehölzen, offenbart sich ihre Vielfalt und Schönheit. Die «Übersicht zur Morphologie der Gattung *Salix*» in der Monographie von TOEPPER (1915) bietet eine gute Anleitung zur differenzierten Wahrnehmung dieser Formenfülle. An den Blättern von Weiden lassen sich ohne besondere Hilfsmittel zahlreiche Merkmale beobachten, mit denen man oft die Art bestimmen kann: Die Basis des Blattstiels kann den Zweig teilweise umfassen (bis etwa  $\frac{1}{3}$  bei *S. daphnoides*, hier hüllt die Blattstielbasis die Knospen ein). Der Blattstiel ist kurz (bis etwa 3 mm bei *S. purpurea*) oder länger (bis über 1 cm bei *S. fragilis*, bis 3,5 cm bei *S. magnifica* aus China), er kann extraflorale Nektarien tragen (z. B. drei bis fünf Paare bei *S. pentandra*, ein bis zwei Paare bei *S. alba*). Am Grund des Blattstiels sitzen oft zwei Nebenblätter von sehr verschiedener Form. Bei manchen Arten fehlen sie (z. B. *S. purpurea*) oder sind nur an starkwüchsigen Trieben gut entwickelt (z. B. Stockausschläge von *S. elaeagnos*), bei anderen sind sie regelmässig vorhanden und sind – zumindest während eines Teils der Vegetationsperiode – ein wichtiges Bestimmungsmerkmal. Die Form der Blattspreite variiert von lineal (z. B. *S. repens*)

über lanzettlich (z. B. *S. alba*) und elliptisch (z. B. *S. caprea*) bis zu fast kreisförmig (z. B. *S. herbacea*). Die Blattspitze ist gestutzt oder ausgerandet (z. B. *S. herbacea*), kurz zugespitzt (z. B. *S. caprea*) oder fein ausgezogen (z. B. *S. alba*). Der Grund der Blattspreite ist herzförmig (z. B. *S. herbacea*), keilförmig verschmälert (z. B. *S. purpurea*) oder abgerundet (die meisten Arten). Der Blattrand ist bei den meisten Arten gesägt oder gekerbt (nur selten völlig ganzrandig), wobei die Blättzähne häufig in Drüsen enden, die im Frühjahr ein klebriges Sekret absondern. Die Blattspreite ist entweder beidseitig kahl (z. B. *S. fragilis*) oder unterseits bzw. beiderseits behaart (z. B. *S. caprea*, *S. alba*). Bei der Behaarung kann man verschiedene Typen unterscheiden: flaumig (lat. *<pubescens>*, z. B. *S. cinerea*), seidig (lat. *<sericea>*, z. B. *S. alba*) und filzig (lat. *<tomentosa>*, z. B. *S. caprea*). Die Blattunterseite der Korbweide (*S. viminalis*) ist von kurzen, anliegenden, zu den Seitenerven parallel ausgerichteten Haaren bedeckt. Dieser Typ wird als «silbrig schimmernd» (lat. *<micans>*) bezeichnet. Auch die Farbe der Weidenblätter ist variabler als es auf den ersten Blick erscheinen mag: Ober- und Unterseite können gleichfarbig sein (lat. *<concolor>*) oder verschieden (lat. *<discolor>*). Der Farbeindruck wird durch die Struktur der Oberfläche verstärkt (glänzend oder matt, eingesenktes oder hervortretendes Netz der Blattnerven). Nicht zuletzt ist die Verfärbung der Blätter beim Trocknen interessant: Die Schwarzweide *S. nigricans* verdankt ihren Namen dieser Eigenschaft (lat. *<nigricans>* bedeutet «schwarz werdend»).

Bei der Bestimmung von Weiden können auch von aussen nicht sichtbare Merkmale weiterhelfen: LAUTENSCHLAGER-FLEURY und LAUTENSCHLAGER-FLEURY (1993) schlugen eine Unterscheidung der reinen *S. fragilis* von *S. alba* und *S. x rubens* (= *S. alba* x *S. fragilis*) anhand der Anzahl Knospenschuppen vor, deren differentialdiagnostischer Wert nach HÖRANDL (1996) jedoch fraglich ist. Das Holz einiger Arten (*S. cinerea*, *S. aurita*) weist sogenannte Striemen auf. Dies sind Xylemleisten von unterschiedlicher Länge, die nach dem Entfernen der Rinde auf dem Holzkörper sichtbar werden.

Die Bestimmung von Weiden wird durch folgende Umstände erschwert:

- Die Pflanzen sind diözisch und blühen meist vor der Blattentfaltung. Für eine möglichst vollständige Erfassung der morphologischen Merkmale sollten aber blühende und beblätterte Zweige von beiden Geschlechtern vorhanden sein.
- Die Form der Blätter kann innerhalb einzelner Arten, aber auch bei einzelnen Individuen sehr stark variieren. Besonders variabel sind z. B. die Salweide (*S. caprea*) und die Schwarzweide (*S. nigricans*).
- Durch Hybridisierung (vgl. Kapitel 4) und Introgression (Rückkreuzung der Hybriden mit den Elternarten) kann zudem eine Vielzahl von Übergangsformen zwischen einzelnen Arten entstehen. Solche «Hybridschwärme» können nur dann erkannt werden, wenn man die artspezifische Variation der Elternarten kennt. Dazu sind Untersuchungen in Gebieten notwendig, in denen jeweils nur eine Elternart vorkommt (RECHINGER 1992, MEIKLE 1992). Auch stehen Hybriden morphologisch nicht immer zwischen ihren Elternarten (RIESEBERG und ELLSTRAND 1993) und sind deshalb häufig schwer erkennbar.

Die exakte Bestimmung von einzelnen Weidenindividuen ist deshalb nicht immer möglich. Diese Bestimmungsschwierigkeiten werden häufig zum Anlass genommen, sich mit der Diversität dieser Sippen gar nicht auseinanderzusetzen. Dies ist sehr zu bedauern, denn man kann nur das schützen bzw. nachhaltig nutzen, was man wahrnimmt.

Es gibt zur Bestimmung, Biologie und Ökologie von Weiden verschiedene umfassende Monographien [Übersicht in RECHIN-

GER (1992), für die Schweiz sind hier BUSER (1940) und die Arbeiten von D. und E. LAUTENSCHLAGER-FLEURY zu nennen], einzelne Artmonographien (WEBER 1974, POLSKA AKADEMIA NAUK 1990, SCHÜTT und LANG 1995, 1996, 1997ab, 1998) sowie gute Bestimmungsbücher, die unterschiedliche Artenspektren bzw. Verbreitungsgebiete erfassen (NEUMANN 1981, CHMELAR & MEUSEL 1986, QUINGER 1990, HÖRANDL 1992 und 1996, SCHIECHTL 1992, NEWSHOLME 1992, LAUTENSCHLAGER-FLEURY & LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994, FITSCHEN 1994, ROLOFF 1996).

Eine besondere Herausforderung stellt die Bestimmung von Weiden im Winterzustand dar. Sie ist insbesondere beim Handel mit Pflanzen und Steckhölzern und bei deren ingenieurbiologischer Verwendung von Bedeutung. Schlüssel zur Bestimmung ausgewählter Arten anhand von Zweigmerkmalen finden sich bei SCHIECHTL (1992) und HÖRANDL (1996). Letzterer ist auch als Computer-Version (Programm FileMaker Pro 2.1) mit ergänzenden Informationen zu Ökologie und Vermehrung erhältlich (Bezugsadresse: Dr. E. Hörandl, Institut für Botanik, Univ. Wien, Rennweg 14, A-1030 Wien).

Für spezifische Anwendungen wie die Kontrolle von Handelsware oder Untersuchungen zur vegetativen Ausbreitung ist es sinnvoll, einzelne Genotypen (Klone) voneinander zu unterscheiden. Dies ist mit morphologischen Merkmalen allerdings meist nicht möglich und erfordert die Analyse von molekularbiologischen Markern (LIN *et al.* 1994).

Für den Erwerb wirklich guter Artenkenntnisse bei Weiden sind die Anschauung am lebenden Objekt und das Anlegen eines Herbars unverzichtbar. Leider sind auf Weiden (und generell auf einheimische Gehölze) spezialisierte Arboreten sehr selten. In der Schweiz existiert ein einziges *Salix*-Arboretum, das Salicetum Oberli in Wattwil, Kt. St. Gallen (vgl. RUDOW *et al.* 1999), dessen Besuch sehr zu empfehlen ist.

## 6. Ökologie

Viele *Salix*-Arten sind weit verbreitet. So kommt z. B. die Krautweide (*S. herbacea*) sowohl auf Meereshöhe als auch in der alpinen Stufe (3350 m ü. M.) vor (HULTÉN 1959). Andere Arten sind auf bestimmte Höhenlagen begrenzt, z. B. *S. fragilis* auf Gebiete unter 800 m ü. M. (OBERDORFER 1990). Ein Beispiel für eine Art mit sehr grosser Horizontal- und Vertikalverbreitung ist die Purpurweide (*S. purpurea*). Sie kommt in ganz Mittel- und Südeuropa sowie in grossen Teilen Asiens bis nach China vor (SCHÜTT & LANG 1996). Daneben gibt es, insbesondere in Gebirgsregionen, aber auch Arten mit kleinflächiger Verbreitung, z. B. *S. caesia*, *S. bicolor*, *S. hegetschweileri*, *S. helvetica*, *S. foetida*, *S. waldsteiniana*, *S. pyrenaica* und *S. cantabrica*.

Einer der Gründe für den ökologischen Erfolg verschiedener Weidenarten liegt in ihrer Frostresistenz. So überleben *S. viminalis* und *S. dasyclados* in abgehärtetem Zustand eine Temperatur von  $-85^{\circ}\text{C}$  und selbst während der Wachstumsphase werden  $-2$  bis  $-3^{\circ}\text{C}$  toleriert (FIRCKS 1994). Weitere Gründe sind ihre Toleranz gegen Überflutung (ARMSTRONG *et al.* 1994) und ihre Regenerationsfähigkeit nach mechanischen Verletzungen.

In den Alpen können auf geeigneten Standorten (inneralpine Alluvionen, z. B. im Rückzugsgebiet des Rhonegletschers) bis zu 17 *Salix*-Taxa nebeneinander vorkommen (LAUTENSCHLAGER-FLEURY & LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1985, 1994; vgl. auch BRAUN-BLANQUET & SUTTER 1982). Aber auch in tieferen Lagen sind Weiden eine wichtige Komponente verschiedener Pflanzengesellschaften. Weiden lassen sich in der Regel als Pionierarten charakterisieren (vgl. FALINSKI 1995, FALINSKI 1998a): Sie sind raschwüchsig (mit Ausnahme der Spalier- und Zwergweiden) und relativ kurzlebig. Sie beginnen bereits nach wenigen Jah-

ren zu fruktifizieren und bilden dann regelmässig und reichlich Samen, die vom Wind über weite Strecken verfrachtet werden können. Die Keimung der kurzlebigen kleinen Samen ist in der Regel nur auf offenem Rohboden möglich. Aufgrund ihres hohen Lichtanspruches sind Weiden konkurrenzschwach; im Verlauf der Sukzession werden sie deshalb von anderen Gehölzen und insbesondere von verschiedenen Baumarten verdrängt.

Am Aufbau von Klimaxwäldern sind Weidenarten in Mitteleuropa nirgends beteiligt. Waldbildend sind Weiden nur im Bereich von Flüssen (Auenwälder) auf Schotter-, Kies- und Schlickbänken, welche andere Baumarten nicht besiedeln können oder die sich aufgrund ihrer Dynamik für eine periodische Neubesiedlung anbieten. Mit ihrer Fähigkeit zur Besiedlung solcher Standorte, ihrer Regenerationsfähigkeit und ihrer Häufigkeit sind Weiden oft prägende Elemente entsprechender Ökosysteme. In Auen spielen sie z. B. eine wichtige Rolle bei der Uferbefestigung, bei der Bildung von Inseln und bei der Bodenbildung. Hierbei spielt ihre Fähigkeit zur Bildung adventiver Wurzeln am Spross nach Überflutung und Einsedimentierung eine wichtige Rolle.

Weiden bieten anderen Organismen eine grosse Vielfalt an Nischen. Ihre in das Wasser ragenden Wurzeln sind Habitate für Wasserorganismen, jene im Boden für eine Vielzahl von Pilzen und anderen Bodenorganismen. Ihre Blätter sind eine wichtige Nahrungsquelle für Herbivoren, und die Blüten werden von zahlreichen Insektenarten besucht. Man kann Weiden deshalb geradezu als «Ökosystem-Ingenieure» bezeichnen. Dieser Begriff wurde von JONES *et al.* (1994) für Arten geprägt, welche die Verteilung organischer und anorganischer Materialien im Ökosystem entscheidend beeinflussen und so Habitate gestalten. Diese Funktion von Weiden ist Gegenstand aktueller Forschung über die geomorphologische und biologische Diversität in Flussauen (P. Edwards, persönliche Mitteilung).

Weiden sind wichtige Nahrungspflanzen für Wildtiere. Dank ihrer Regenerationsfähigkeit überleben sie in der Regel auch wiederholten starken Verbiss (SINGER *et al.* 1998, DALE & ZBIGNIEWICZ 1997). Trotzdem kann es durch überhöhte Wilddichten zum Verschwinden von *Salix*-Gesellschaften kommen (KAY 1997, FALINSKI 1998a,b)

Auch in Städten sind Weiden eine wichtige Komponente der Spontanvegetation. Einheimische Weidenarten stellen ein Habitat und eine Nahrungsgrundlage für eine reichhaltige Begleitflora und -fauna dar. So wurden auf der Salweide (*S. caprea*) in England 284 Insektenarten nachgewiesen, auf *S. cinerea* 217, auf *S. alba* 150 und auf *S. aurita* 117 (SOMMERVILLE 1992). Aus England werden etwa 150 Pilzarten als mögliche Mykorrhizapartner von Weiden angegeben (WATLING 1992). Für die alpine Krautweide (*S. herbacea*) wurden 296 Pilzarten als mögliche Ektomykorrhizapartner nachgewiesen (GRAF 1994). Daneben können bei Weiden auch Endomykorrhizen auftreten (BACKHAUS *et al.* 1986, LODGE 1989). Aber auch andere Begleitorganismen von Weiden sind sehr artenreich: HUBBES (1983) listet 118 parasitische Pilzarten (darunter 20 Rostpilze) auf. In Skandinavien wurden 29 verschiedene Pyrenomyceten (Ascomyceten mit kugeligen Fruchtkörpern) auf *Salix* spp. nachgewiesen (MATHIASSEN 1993). Die Endophytenflora von Weiden ist noch weitgehend unerforscht, nur für *S. fragilis* liegen hier Daten vor (PETRINI & FISHER 1990). Eine gute Übersicht zu Krankheiten an Weiden in Europa mit Symptomdarstellungen und Bestimmungshinweisen gibt BUTIN (1960).

Weiden sind aus den genannten Gründen für den Naturschutz sehr interessant (vgl. z. B. MÜLLER & HOLDENRIEDER 1985, HÖRANDL 1997, ZANDER *et al.* 1998), werden aber aufgrund fehlender Artenkenntnisse meist nicht näher beachtet. Natürliche Störungen, wie sie sich z. B. durch die Dynamik von Fließgewässern ergeben, werden heute vom Menschen nur noch in geringem Umfang zugelassen. Auch intensive Beweidung, die

Melioration von landwirtschaftlich genutzten Gebieten sowie die Forstwirtschaft, in der die Weiden – wie auch andere Weichlaubhölzer – neben den wirtschaftlich interessanteren Hauptbaumarten lange Zeit als «Unkraut» angesehen und bekämpft wurden, führten zum Rückgang der *Salix*-Flora. Durch gezielte Nutzung wurde das Verbreitungsgebiet einzelner Arten verändert und Meliorationsmassnahmen (vor allem Gewässerkorrekturen) führten zur Fragmentierung von Populationen. Bei den Reliktbeständen ist der Genaustausch vermindert (vgl. LASCoux *et al.* 1996). Der Anbau einzelner Klone, der häufig mit der Einführung von exotischem Genmaterial einhergeht, kann indigene Weidenarten gefährden (WHITE 1994). Weitere Folgen einer schematischen Verwendung von *Salix*-Klonen sind die Verarmung naturnaher Landschaftsteile (z. B. Gehölzsäume an Gewässern) und ein erhöhtes Risiko für Krankheiten und Insektenbefall in Plantagen (vgl. FÜHRER & BACHER 1991, MCCracken & DAWSON 1998, HODKINSON *et al.* 1998). In der Schweiz sind 10 *Salix*-Arten zumindest in einzelnen Regionen gefährdet oder ausgestorben (LANDOLT 1991).

## 7. Nutzung

Weiden werden zur Korbflechterei (vor allem *S. viminalis*, *S. triandra*), zur Landschaftsgestaltung, zur Holzproduktion und zur Energiegewinnung (Hackschnitzel) verwendet (HUBBES 1990, STOTT 1992, TOLBERT & WRIGHT 1998). Das zerstreuporige Weidenholz ist dem der Pappeln vergleichbar und kann wie dieses verwendet werden. Es ist leicht, ziemlich weich, aber zäh und elastisch. Eine Besonderheit stellt die Herstellung von Cricket-Schlägern aus dem Holz von *S. alba* var. *caerulea* dar (FORESTRY COMMISSION 1958). Für die Holznutzung kommen nicht nur die bekannten Baumweiden *S. alba*, *S. fragilis* und *S. x rubens* in Frage, sondern auch andere Arten, wie z. B. *S. pentandra*, die eine Höhe von bis zu 20 m und einen Stammdurchmesser von bis zu 90 cm erreichen kann (SCHIECHTL 1992). Nach Beobachtungen von G. Oberli (persönl. Mitteilung) sind derart grosse Exemplare jedoch wenig standfest.

Die Biomasseproduktion durch Weiden kann zur ökologischen Sanierung kontaminierter Standorte beitragen, da einige Arten dem Boden sehr effizient Schwermetalle entziehen können (PERTTU 1998). Zudem werden heute vermehrt spezielle forstliche Verwendungen von Weichlaubhölzern diskutiert. Weiden (z. B. *S. caprea*) können sich als Vorbau- oder Vorwaldbaumarten günstig auf den Hauptbestand auswirken (DONG 1997, LEDER 1992). Sie verbessern insbesondere das Äsungangebot und können so die Verbissbelastung anderer Baumarten reduzieren (STAGL & HACKER 1991). Auch zur Trachtverbesserung in der Imkerei werden häufig verschiedene Weidenarten und -hybriden gepflanzt.

Die Rinde einiger Weidenarten wurde früher medizinisch verwendet. Sie enthält als wichtigste Komponente das Phenolglykosid Salicin, das sich im Körper zu Salizylsäure umwandelt. Diese ist fiebersenkend, entzündungshemmend und schmerzlindernd (GESSNER & ORZECOWSKI 1974). Daneben kommen in Rinde und Blättern elf weitere Phenolglykoside, 35 Flavonoide und verschiedene Catechingerbstoffe vor. Einige dieser Sekundärstoffe sind artspezifisch (SHAO 1991).

Die Wurzeln vieler Arten sind sehr zugfest (HILLER 1985), was unter anderem für ingenieurbioologische Verwendungen von grosser Bedeutung ist (Hang- und Ufersicherung, vgl. BÖLL 1983, BÖLL und GERBER 1986, SCHIECHTL 1992, DIEZ 1992, OPLATKA 1995).

Die Bedeutung von *Salix*-Arten für Renaturierungsmassnahmen im Rahmen eines ökologisch fundierten Landschaftsmanagements wird zunehmen. Die differenzierte Verwendung von Weiden ist auch in Zukunft eine echte Herausforderung für die Praxis.

## Zusammenfassung

Viele Arten der Gattung *Salix* (Weiden) tragen wesentlich zur Gestaltung von Ökosystemen bei. Aufgrund ihrer Häufigkeit, ihres Pioniercharakters und ihres hohen Regenerationspotentials gehören sie zu den prägenden Elementen in natürlichen und anthropogen beeinflussten Landschaften. Weiden haben deshalb für den Naturschutz, Renaturierungsmaßnahmen und ingenieurbioologische Anwendungen eine besondere Bedeutung. Die Gattung *Salix* umfasst etwa 350 Arten, wovon 30 in der Schweiz einheimisch sind. Da viele *Salix*-Arten schwer bestimmbar sind, werden sie bei der Gestaltung von Ökosystemen oft nicht angemessen berücksichtigt. Der Artikel liefert eine Literaturübersicht zur Systematik, Morphologie, Biologie, Ökologie sowie zum Schutz und zur Nutzung von Weiden, die dazu anregen soll, sich mit diesen Gehölzen intensiver zu befassen.

## Résumé

### Le genre *Salix*. Une introduction dans la diversité, la biologie et l'écologie des saules

Un grand nombre d'espèces du genre *Salix* (saules) jouent un rôle considérable dans la structure des écosystèmes. Leur fréquence, leur qualité de pionnier et leur capacité de régénération élevée en font des éléments remarquables dans les paysages soumis à des modifications d'origine naturelle et humaine. Les saules ont par conséquent une importance particulière pour la protection de la nature, les mesures de renaturation et les applications de génie biologique. Le genre *Salix* comprend environ 350 espèces, dont 30 sont indigènes en Suisse. De nombreuses espèces de *Salix* étant difficiles à déterminer, on a souvent tendance à ne pas assez en tenir compte dans la gestion des écosystèmes. Le présent article fournit un aperçu de la bibliographie existante sur la systématique, la morphologie, la biologie et l'écologie ainsi que la protection et l'exploitation des saules, ce qui doit inciter à étudier davantage ce type de feuillu.

Traduction: TAMARA BRÜGGER

## Summary

### The Genus *Salix*: An Introduction to the Diversity, Biology and Ecology of Willows

Many willows (*Salix* spp.) function as «ecosystem engineers». Due to their frequency, their pioneering character and their regenerative ability, they are significant elements within natural and anthropogenically modified landscapes. Willows are therefore of special importance for nature conservation, restoration of ecosystems and biological engineering. The genus *Salix* comprises approximately 350 species of which 30 are indigenous to Switzerland. Many willows are difficult to identify and, therefore, they are not adequately considered in ecosystem management. The article provides a literature review of the systematics, morphology, biology, conservation and utilisation of willows. Further studies with a focus on this group of woody plants will be stimulated.

Translation: TAMARA BRÜGGER

## Literaturverzeichnis

- ALLIENDE, M.C.; HARPER, J.L. (1989): Demographic studies of a dioecious tree: I. Colonization, sex and age structure of a population of *Salix cinerea*. *Journal of Ecology* 77: 1029-1047.
- ARGUS, G.W. (1974): An experimental study of hybridization and pollination in *Salix* (willow). *Canadian Journal of Botany* 52: 1613-1619.
- ARMSTRONG, W.; BRÄNDLE, R.; JACKSON, M.B. (1994): Mechanisms of flood tolerance in Plants. *Acta Botanica Neerlandica* 43: 307-358.
- BACKHAUS, G.F.; HAGGBLOM, P.; NILSSON, L.O. (1986) The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on biomass production in willow. *Canadian Journal of Forest Research* 16: 103-108.
- BEAN, W.J. (1980): Trees and shrubs heredity in the British islands. Vol. 4. London: J. Murray. 808 p.
- BEISMANN, H.; SPECK, T.; BOGENRIEDER, A. (1997a): *Salix alba*, *Salix fragilis* and their hybrid *Salix x rubens*. In: *Plant Biomechanics 1997: Conference Proceedings I, Papers*. Ed. by Jeronimidis, G. and Vincent, J.F.V., Centre for Biomechanics, The University of Reading, UK, pp. 57-64.
- BEISMANN, H.; BARKER, J.H.A.; KARP, A.; SPECK, T. (1997b): AFLP analysis sheds light on distribution of two *Salix* species and their hybrid along a natural gradient. *Molecular Ecology* 6: 989-993
- BÖLL, A. (1983): Lebendverbau bei der Sanierung von steilen Hängen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 134: 167-177.
- BÖLL, A.; GERBER, W. (1986): Massgebende Gesichtspunkte im Lebendverbau. *Bündnerwald 1986*: 43-50.
- BRAUN-BLANQUET, J. & SUTTER, R. (1982): Ufergebüsche der inneralpinen Flussläufe. *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden* 99: 59-73.
- BRUNSFELD, S.J.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S. (1992): Evolutionary patterns and processes in *Salix* sect. *Longifoliae*: Evidence from Chloroplast DNA. *Systematic Botany* 17: 239-256.
- BUSER, R. (1940): Kritische Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Weiden (verfasst 1883, herausgegeben durch W. Koch). *Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft* 50: 567-788.
- BUTIN, H. (1960): Die Krankheiten der Weide und deren Erreger. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Heft 98, 46 S.
- CHMELAR, J.; MEUSEL, W. (1986): Die Weiden Europas. *Neue Brems-Bücherei*, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt. 144 S.
- CHRISTENSEN, N.L.; BARTUSKA, A.M.; BROWN, J.H.; CARPENTER, S.; D'ANTONIO, C.; FRANCIS, R.; MACMAHON, J.A.; NOSS, R.F.; PETERSON, C.H.; TURNER, M.G.; WOODMANSEE, R.G. (1996): The report of the Ecological Society of America committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6: 665-691.
- DALE, M.R.T.; ZBIGNIEWICZ, M.W. (1997) : Spatial pattern in boreal shrub communities: effects of a peak in herbivore density. *Canadian Journal of Botany* 75: 1342-1348.
- DAWSON, T.E.; BLISS, L.C (1993): Plants as mosaics: leaf-, ramet-, and gender-level variation in the physiology of the dwarf willow, *Salix arctica*. *Functional Ecology* 7: 293-304.
- DIEZ, C. (1992): Bibliographie Ingenieurbioologie. Literatur zum Thema Bauen mit lebenden Pflanzen. *Verein für Ingenieurbioologie, Zürich*. 209 S.
- DONG, P.-H. (1997): Waldbauliche Nutzung von Baumarten aus natürlicher Sukzession am Beispiel der Eichennesterpflanzung. 12. Tagung der Sektion Waldbau, 10-12. Sept. 1997, Arnsberg, S. 36-41.
- DOUGLAS, D.A. (1989): Clonal growth of *Salix setchelliana* on glacial river gravel bars in Alaska. *Journal of Ecology* 77: 112-126.
- ELMQVIST, T.; CATES, R.G.; HARPER, J.K.; GARDJFJELL, H. (1991): Flowering in males and females of a Utah willow, *Salix rigida* and effects on growth, tannins, phenolic glycosides and sugars. *Oikos* 61: 65-72.
- ELMQVIST, T.; ERICSON, L.; DANELL, K.; SALOMONSON, A. (1988): Latitudinal sex ratio variation in willows, *Salix* spp.; and gradients in vole herbivory. *Oikos* 51: 259-266.
- FALINSKI, J.B. (1980): Changes in the sex- and age-ratio in populations of pioneer dioecious woody species (*Juniperus*, *Populus*, *Salix*) in connection with the course of vegetation succession in abandoned farmlands. *Ekologia Polska* 28 (3): 327-365.
- FALINSKI, J.B. (1995): Les espèces pionnières ligneuses et leur rôle dans la régénération et dans la succession secondaire. *Colloques Phytosociologiques XXIV, Fitodynamica*, Camerino: 47-76.
- FALINSKI, J.B. (1998a): Dynamics of *Salix caprea* L. populations during forest regeneration after strong herbivore pressure. *Journal of Vegetation Science* 9: 57-64.
- FALINSKI, J.B. (1998b): Dioecious woody pioneer species (*Juniperus communis*, *Populus tremula*, *Salix* sp. div.) in the secondary succession and regeneration. *Phytocoenosis (N.S.)* 10: 1-148.
- FIRCKS, H.A. von (1994): Frost resistance in SALIX. *Dissertation*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research, Report 67. 130 pp.
- FITSCHEN, J. (1994): *Gehölzflora*, Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg.

- FORESTRY COMMISSION (1958): Cultivation of the cricket bat willow. Forestry Comm. Bull. (London), No. 17, 1–33.
- FRITZ, R.S.; ROCHE, B.M.; BRUNSFELD, S.J. (1998): Genetic variation in resistance of hybrid willows to herbivores. *Oikos* 83: 117–128.
- FÜHRER, E.; BACHER, H. (1991): Biotische Schadriskiken in Energieholzplantagen. *Anz. Schädlingkunde, Pflanzensch. Umweltschutz* 64: 1–8.
- GENAUST, H. (1996): Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen. Basel, Birkhäuser. 701 S.
- GESSNER, O.; ORZECOWSKI, G. (1974): Gift- und Arzneipflanzen Mitteleuropas. Heidelberg: C. Winter. 582 S.
- GRAF F. (1999): Ecology and sociology of macromycetes in snow-beds with *Salix herbacea* L. in the alpine Valley of Radönt (Grisons, Switzerland). *Dissertationes Botanicae* (Cramer, Berlin) 235: 1–248.
- HECKER, U. (1995): Bäume und Sträucher. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München. 500 S.
- HESS, H.E.; LANDOLT, E.; HIRZEL, R. (1967): Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 1: *Pteridophyta* bis *Caryophyllaceae*. Basel: Birkhäuser.
- HEYWOOD, V.H. (1993): Flowering plants of the world. London: Batsford. 335 pp.
- HILLER, H. (1985): Zur Ausbildung des Wurzelwerkes von Strauchweiden und ihr Beitrag zur Böschungssicherung. *Ingenieurbioogie. Wurzelwerk und Standsicherheit von Böschungen und Hängen*. Sepia Verlag, Aachen, 93–107.
- HODKINSON, I.D.; FLYNN, D.H.; SHACKEL, S.C. (1998): Relative susceptibility of *Salix* clones to chrysomelid beetles: evidence from the Stott willow collection at Ness. *European Journal of Forest Pathology* 28: 271–280
- HORA, B. (1993): Bäume der Welt. DRW Verlag Stuttgart. 288 S.
- HÖRANDL, E. (1992): Die Gattung *Salix* in Österreich mit Berücksichtigung angrenzender Gebiete. *Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* (Wien) 27, 170 S.
- HÖRANDL, E. (1996): Beitrag zur Knospemorphologie der österreichischen Weiden (*Salix* L.). *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 98B (Suppl.): 383–397.
- HÖRANDL, E. (1997): Seltene und gefährdete Weiden in Österreich. *In: WWF Österreich* (Hrsg.): Zukunft für gefährdete Baumarten? Bericht zur Fachtagung am 1. Oktober 1997 an der FBVA Maria-brunn. Wien. S. 34–39.
- HUBBES, M. (1983): A review of the potential diseases of *Alnus* and *Salix* in energy plantations. Report No.5, Programme Group «Biomass Growth and Production, Ontario Tree Improvement and Forest Biomass Institute, Maple, Ontario, Canada. 35 pp.
- HUBBES, M. (1990): Development of biotechnology programs for energy forestry. *Biomass* 22: 75–89.
- HULTÉN, E. (1959): The amphi-atlantic plants and their phytogeographical connection. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar Fjärde Serien Bd. 7* (1), 340 pp.
- JONES, C.J.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. (1994): Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373–386.
- KAY, C.E. (1997): Viewpoint: ungulate herbivory, willows, and political ecology in Yellowstone. *Journal of Range Management* 50: 139–145.
- KRASNY, M.E.; ZASADA, J. C.; VOGT, K.A. (1988): Adventitious rooting of four *Salicaceae* species in response to flood events. *Canadian Journal of Botany* 66: 2597–2598.
- LANDOLT, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz mit gesamtschweizerischen und regionalen Roten Listen. Bern, Buwal. 185 S.
- LASCOUX, M.; THORSEN, J.; GULLBERG, U. (1996): Population structure of a riparian willow species, *Salix viminalis* L. *Genetical Research* Cambridge 68: 45–54.
- LAUBER, K.; WAGNER, G. (1996): Flora Helvetica. Bern: P. Haupt. 1613 S.
- LAUTENSCHLAGER, E. (1979): Bestimmungsschlüssel für die wildwachsenden Weiden der Schweiz. *Bauhinia* 6: 331–352.
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D.; LAUTENSCHLAGER-FLEURY, E. (1985): Der Gletschboden, ein Weidenparadies. *Bauhinia* 8: 89–98.
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D.; LAUTENSCHLAGER-FLEURY, E. (1993): Zur Unterscheidung von *Salix fragilis* von ihrem Bastard *Salix x rubens*. *Bauhinia* 11: 35–36.
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D.; LAUTENSCHLAGER-FLEURY, E. (1994): Die Weiden von Mittel- und Nordeuropa. Bestimmungsschlüssel und Artbeschreibung für die Gattung *Salix* L.; Basel: Birkhäuser. 171 S.
- LEDER, B. (1992): Weichlaubhölzer. Verjüngungsökologie, Jugendwachstum und Bedeutung in Jungbeständen der Hauptbaumarten Buche und Eiche. *Schriftenr. Landesanst. f. Forstwirtsch. Nordrhein-Westfalen. Sonderband. 348* S.
- LIN, D.; HUBBES, M.; ZUFFA, L. (1994): Differentiation of poplar and willow clones using RAPD fingerprints. *Tree Physiology* 14: 1097–1105.
- LODGE, D. J. (1989): The influence of soil moisture and flooding on formation of VA-endomycorrhizae in *Populus* and *Salix*. *Plant and Soil* 117, 243–254.
- LOHMAYER, W. (1975): Über Sprosskolonien auf Flugsand- und Kiesböden. *Natur u. Landschaft* 50: 39–42.
- MATHIASSEN, G. (1993): Corticolous and lignicolous Pyrenomycetes s. lat. (*Ascomycetes*) on *Salix* along a mid-Scandinavian transect. *Sommerfeltia* (Oslo) 20: 1–168.
- MCCRACKEN, A.R.; DAWSON, W.M. (1998): Short rotation coppice willow in Northern Ireland since 1973: development of the use of mixtures in the control of foliar rust (*Melampsora* sp.). *European Journal of Forest Pathology* 28: 241–250.
- MEIKLE, R.D. (1992): British willows; some hybrids and some problems. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98B: 13–20.
- MOSELER, A. (1990): Hybrid performance and species crossability relationships in willows (*Salix*). *Canadian Journal of Botany* 68: 2329–2338.
- MOSELER, A.; PAPADOPOL, C.S. (1989): Seasonal isolation as a reproductive barriere among sympatric *Salix* species. *Canadian Journal of Botany* 67: 2563–2570.
- MÜLLER, D.; HOLDENRIEDER, O. (1985): Gehölzarten im Landkreis Feising - Vorschläge für naturnahe Pflanzungen. *Bund Naturschutz - Infodienst Nr. 79*, München. 8 S.
- NEUMANN, A. (1981): Die mitteleuropäischen *Salix*-Arten. *Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien*, Heft 134.
- NEWSHOLME, C. (1992): Willows, The genus *Salix*. E.T. Batsford Ltd., London, 223 pp.
- OVERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart: Ulmer. 1050 S.
- OPLATKA, M. (1995): Beanspruchung von Weiden durch Strömung. Bericht über den Ausreiswiderstand von Weiden; Versuche in Neuseeland. Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau, Forschungsauftrag 65/92. 57 S.
- PERTTU, K.L. (1998): Environmental justification for short-rotation forestry in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 15: 1–6.
- PETRINI, O.; FISHER, P. (1990): Occurrence of fungal endophytes in twigs of *Salix fragilis* and *Quercus robur*. *Mycological Research* 99: 357–363.
- POLSKA AKADEMIA NAUK, Instytut Dendrologii (Ed.) (1990): Wierzyby, *Salix alba* L., *Salix fragilis* L. Nasze Drzewa Lesne. Monografie Popularnonaukowe, Poznan, Tom 13. 378 pp.
- QUINGER, B. (1990): *Salicaceae*, Weidengewächse. *In: Sebald, O.; Seybold, S., Philippi, G. (Hrsg.): Die Farn und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd.2*, Stuttgart, E. Ulmer, S. 117–170.
- RECHINGER, K.H. (1992): *Salix* taxonomy in Europe – problems, interpretations, observations. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98 B: 1–12.
- RIESEBERG, L.H.; ELLSTRAND, N.C. (1993): What can molecular and morphological markers tell us about plant hybridization? *Critical Reviews Plant Science* 12: 213–241.
- ROLOFF, A. (1996): Gehölze. *Gartenflora Bd. 1*. Stuttgart: Ulmer.
- RUDOW, A.; AAS, G.; HOLDENRIEDER, O. (1999): Die Weidensammlung von Heinrich Oberli – ein Spezialarboretum für Lehre und Forschung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 150 (1999) 11: 412–415.
- SCHIECHTL, H.M. (1992): Weiden in der Praxis. Patzer Verlag Berlin-Hannover, 130 S.
- SCHUBERT, R.; WAGNER, G. (1988): Botanisches Wörterbuch. Stuttgart, G. Fischer.
- SCHÜTT, P.; LANG, U. (1995): *Salix cinerea*. *In: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3*, 3. Erg. Lfg. 12/95: 1–9.
- SCHÜTT, P.; LANG, U. (1996): *Salix purpurea*. *In: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3*, 5. Erg. Lfg. 8/96: 1–9.
- SCHÜTT, P.; LANG, U. (1997a): *Salix nigricans*. *In: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3*, 8. Erg. Lfg. 6/97: 1–7.
- SCHÜTT, P.; LANG, U. (1997b): *Salix elaeagnos*. *In: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3*, 10. Erg. Lfg. 12/97: 1–5.
- SCHÜTT, P.; LANG, U. (1998): *Salix aurita*. *In: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3*, 11. Erg. Lfg. 3/98: 1–6.

- SHAO, Y. (1991): Phytochemischer Atlas der Schweizer Weiden. Diss. ETH Zürich Nr. 9532. 198 S.
- SINGER, F.J.; ZEIGENFUSS, L.C.; CATES, R.G.; BARNETT, D.T.; KRAUSMAN, P.R. (1998): Elk, multiple factors, and persistence of willows in national parks. *Wildlife Society Bulletin* 26: 419–428.
- SITTE, P.; ZIEGLER, H.; EHRENDORFER, F.; BRESINSKY, A. (1998): Strasburger Lehrbuch der Botanik. Stuttgart, G. Fischer. 1007 S.
- SKVORTSOV, A. K. (1968): Ivy SSSR (Willows of the USSR, a taxonomic and geographic revision). Publication Office Nauka, Moscow, 262 pp.
- SOMMERVILLE, A.H.C. (1992): Willows in the environment. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98 B: 715–224.
- STAGL, W.G.; HACKER, R. (1991): Weiden als Prosshölzer zur Aesungsverbesserung. *Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt* 58: 1–54.
- STOTT, K.G. (1992): Willows in the service of man. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98B, 169–182.
- TOEPFFER, A. (1915): *Salices Bavariae*. Versuch einer Monographie der bayerischen Weiden unter Berücksichtigung der Arten der mitteleuropäischen Flora. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 15: 17–233.
- TOLBERT, V.R.; WRIGHT, L.L. (1998): Environmental enhancement of U.S. biomass crop technologies: research results to date. *Biomass and Bioenergy* 15: 93–100.
- TOLLSTEN, L.; KNUDSEN, J.T. (1992): Floral scent in dioecious *Salix* (*Salicaceae*) – a cue determining the pollination system? *Plant Systematics and Evolution* 182: 229–237.
- TRIEST, L.; DE GREEF, B.; DE BONDT, R.; VANDEN BOSSCHE, D.; D'HAESSELEER, M. (1997): Use of RAPD markers to estimate hybridization in *Salix alba* and *Salix fragilis*. *Belgian Journal of Botany* 129: 140–148.
- WATLING, R. (1992): Macrofungi associated with British willows. *Proceedings of the Royal Society of Edingburgh* 98 B: 135–147.
- WEBER, E. (1974): Monographie der *Salix alba* L. spec. plant. (1753) unter Berücksichtigung genetischer und züchterischer Aspekte. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 93, 233–247.
- WHITE, J.E. (1994): The possible effects of cultivated introductions on native willows (*Salix*) in Britain. In: Perry, A.R.; Ellis, R.G. (Eds.): *The common ground of wild and cultivated plants*. Cardiff. pp. 113–118.
- WORBES, M. (1996): Rhythmisches Wachstum und anatomisch-morphologische Anpassungen an Lebensstrategien von Bäumen in zentralamazonischen Überschwemmungswäldern. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 82: 155–172.
- ZANDER, M.; SCHILLING, A.; SCHRÖTER, B.; SCHILL, H. (1998): Weiden im Rheinland. Beiträge zur Charakterisierung, Generhaltung, Vermehrung und Bestimmung. Landesanstalt f. Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt f. Agrarordnung Nordrhein-Westfalen. 48 S.

## Dank

Wir bedanken uns bei Frau Gertrud Oberli vom Salicetum Oberli für die anregenden Gespräche und die herzliche Gastfreundschaft sowie bei der ETH Zürich für die finanzielle Unterstützung. Für Verbesserungsvorschläge und Literaturhinweise danken wir Frank Graf, Beat Müller, Sophie Karrenberg, Lioba Paul und einem anonymen Gutachter. Die vorliegende Studie wurde durch einen Forschungsaufenthalt von O. Holdenrieder am Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth (Deutschland) ermöglicht; für die dort gewährte Unterstützung und die angenehme Atmosphäre sei ebenfalls herzlich gedankt.

## Autoren:

Prof. DR. OTTMAR HOLDENRIEDER, Professur Forstschutz und Dendrologie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich;  
 ANDREAS RUDOW, dipl. Forst-Ing. ETH, Kehlstr. 7, 5400 Baden;  
 PD Dr. GREGOR AAS, Ökologisch-Botanischer Garten der Univ. Bayreuth, D-95440 Bayreuth.