

Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz- und Zeigerwert

Teil II: Waldsäume

- Barbara Ruthsatz -

ZUSAMMENFASSUNG

Aus dem Donautal bei Ingolstadt und dem südlich angrenzenden Tertiär-Hügelland werden die Pflanzengesellschaften und Standorte der Waldmäntel und -säume beschrieben. Die Unterschiede zwischen den beiden Naturräumen in Bezug auf ihre natürliche Ausstattung und ihre Nutzungsweise durch den Menschen beeinflussen auch die Artenzusammensetzung der anthropogenen Pflanzengesellschaften sehr deutlich.

Im Donautal überwiegen noch naturnahe Laubwälder. An stärker feuchten sowie an besonders flachgründigen Standorten sind sie jedoch auch hier durch Fichten- bzw. Kiefernforste ersetzt. Die Laubwaldränder werden von Schlehen-Liguster-Gebüsch des *Berberidion* abgeschlossen. Im Saum herrscht an den trocken-warmen Standorten der Niederterrassen das *Trifolio-Agrimoniae eupatoriae* vor. Die Säume der Hartholzauenwälder werden überwiegend von unterschiedlichen Ausbildungen des *Urtici-Aegopodietum* geprägt.

Im Tertiär-Hügelland bestimmen Kiefern- und Fichtenforste mit sehr lückigen Waldmänteln aus Schlehen, Besenginster und Brombeeren das Waldbild. Auf Grund der kleinräumig wechselnden Boden- und Mikroklimabedingungen ist die Vielfalt der Saumgesellschaften groß. Am häufigsten sind *Trifolion medii*-Gesellschaften basenarmer und -reicher Standorte. Je nach dem Ausmaß ihrer Störung bzw. Eutrophierung durch die angrenzende Nutzung sind viele Übergänge zu *Aegopodion*-Gesellschaften ausgebildet.

Die Artenvielfalt der Waldsäume ist zwar sehr groß, seltenen und vom Aussterben bedrohten Pflanzenarten können sie aber nur in Ausnahmefällen das Überleben in unserer Kulturlandschaft sichern. Dies wird nur dann möglich sein, wenn für geschlossene Waldmäntel Sorge getragen wird und die direkten oder indirekten Störungen durch die Landwirtschaft bewußt vermieden werden. Schon ein schmaler, gelegentlich gemähter, ungedüngter Grünlandstreifen könnte dafür sehr wirksam sein.

ABSTRACT

The woody and herbaceous plant communities and ecological conditions of the forest edges in the Danube valley near Ingolstadt and the adjacent tertiary hill formations are described. Different natural conditions and utilization patterns by man in the two areas significantly influence the floristic composition of the anthropogenic plant communities.

Deciduous woods are still dominant in the Danube valley. They have been replaced by needle-leaved forests only on wet (spruce) and especially shallow sites (Scots pine). The broad-leaved woods are bordered by *Prunus-Ligustrum* shrub formations of the *Berberidion*. In the herbaceous edge communities on dry and warm sites of the lower river terraces, the *Trifolio-Agrimoniae eupatoriae* is most frequent. The edges of the hardwood forests are dominated by different varieties of the *Urtici-Aegopodietum*.

In the tertiary hill formations artificial spruce and pine woods are replacing the natural deciduous forests. Their edges are bordered by sparse shrub vegetation with *Prunus spinosa*, *Sorothamnus scoparius* and *Rubus* species. Because of the soil and microclimatic conditions which change frequently within short distances, the diversity of the herbaceous edge communities is great. Most frequent are *Trifolion medii* associations on both acidic and alkaline sites. Depending on the degree of disturbance and fertilizer input from the nearby fields or meadows, many transition communities to the *Aegopodion* are formed.

Indeed, the species diversity in the herbaceous edge communities is great, but rare and endangered plants can survive here over longer periods only under exceptional circumstances. This may occur, for example when shrub formations are maintained dense enough and the edges are protected against direct or indirect disturbances by agricultural practices. A narrow, occasionally mown but unfertilized strip of grassland could form an effective buffer zone.

EINLEITUNG

Im Rahmen des vom Umweltbundesamt und vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz an den Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU-München vergebenen Auftrages "Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt" wurden auch Untersuchungen über den Schutz- und Zeigerwert von Kleinstrukturen durchgeführt. Dabei bin ich der Frage nachgegangen, inwieweit Kleinstrukturen, und zwar Hochstaudenfluren an Entwässerungsgräben, Waldsäume, Ackerraine und Wegränder

vom Aussterben bedrohter Pflanzenarten gesicherte Überlebensmöglichkeiten bieten können und welchen Zeigerwert ihre Pflanzendecke für den Eutrophierungsgrad dieser Standorte hat (RUTHSATZ & HABER 1981). Im ersten Teil (RUTHSATZ 1983) wurde auf die allgemeine Problematik der Naturschutzziele in intensiv genutzten Agrarlandschaften eingegangen sowie die Landschaftsgliederung des Untersuchungsgebietes aufgrund seiner natürlichen Ausgangsbedingungen und ihrer Nutzung durch den Menschen erläutert. Das zentrale Thema des ersten Teiles waren die Hochstaudenfluren an Entwässerungsgräben, welche die Paaraue und den östlichen Randbereich des Donaumooses durchziehen. Im zweiten Teil sollen Schutz- und Zeigerwert der Waldsäume im Untersuchungsgebiet erörtert werden. Die Säume an Hecken wurden von anderen Mitarbeitern am Projekt genauer bearbeitet (HAASE 1980).

Den Saumgesellschaften hat erst der Mensch durch die schrittweise Auflichtung des Waldes zu ihrer heutigen Vielfalt und weiten Verbreitung in Mitteleuropa verholfen. Allerdings ist diese Vielfalt neuerdings wiederum stark gefährdet, weil die "Intensivierung" der Land- und Forstwirtschaft durch ausgedehnte Monokulturen, hohen Düngeraufwand, Einsatz rationell arbeitender großer Maschinen usw. sie direkt zerstört, ihren Lebensraum einengt oder zumindest ihre Lebensbedingungen verändert und nivelliert. Waldsäume sind davon genauso betroffen wie Ackerwildkrautfluren, Wiesen und viele andere anthropogene Pflanzengesellschaften.

Die ursprünglichen Standorte der Staudensäume an steilen Felskanten, Fluß- und Seeufern, Moorrändern und Meeresküsten sowie auf Geröllhalden, Lawinenrinnen und Murengängen im Gebirge sind in vieler Hinsicht extremer als die Wald-, Flurgehölz- und Heckenränder unserer Kulturlandschaft (ELLENBERG 1982). Dort sind Wasser- oder Sauerstoffmangel im Boden, mechanische Schädigung durch Wind, Wasser, Schnee oder Geröll sowie Salz oder ungünstige Temperaturbedingungen die begrenzenden Faktoren für das weitere Vordringen der Gehölze. Staudensäume können jeweils gerade noch im Schutz solcher natürlichen Gehölzgrenzen überleben. Schon in 50 bis 100 cm Entfernung müssen sie anderen Pflanzengesellschaften wie Felsfluren, Trockenrasen, Röhrichten usw. weichen. Die Auflichtung und Zerschneidung unserer heimischen Wälder hat Saumstandorte geschaffen, deren Wärme-, Wasser- und meist auch Nährstoffhaushalt keineswegs ungünstig sind. Allein der mechanische Eingriff des Menschen oder seiner Haustiere hindern den Wald daran, sich über seine Mantelgebüsche und Staudensäume hinaus auszubreiten.

Diesen gemäßigten Lebensbedingungen entsprechen auch Pflanzengesellschaften, die nur einige Pflanzenarten der natürlichen Saumstandorte beherbergen. Daneben spielen Arten des Wirtschaftsgrünlandes, trockener und feuchter Ruderalstandorte, der Trittrassen sowie der Magerrasen und Heiden eine große Rolle. Häufig kommen noch einige Arten hinzu, die auch in der Krautschicht der angrenzenden Wälder wachsen. Eine typisch ausgebildete Saumgesellschaft wird jedoch meist von einer oder wenigen herdig wachsenden höheren Stauden beherrscht. Dabei wechseln sich die Arten in der Vorherrschaft ab und bilden so unregelmäßige Mosaik aus unterschiedlichen Fazies der gleichen Pflanzengesellschaften.

Je lückiger der Waldmantel ist und je dichter heran die Vorfläche intensiv genutzt wird, desto weniger deutlich ist eine eigenständige Saumgesellschaft zu erkennen (Abb. 1). An solchen offenen Waldrändern können sich keine saumtypischen Mikroklimabedingungen herausbilden und Konkurrenzvorteile für spezielle Saumpflanzen schaffen. Je reicher und feuchter die Böden von Natur aus sind bzw. je stärker der direkte oder indirekte Düngereintrag von Seiten der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche ist, desto höher wird der Anteil an Pflanzenarten der ruderalen, nitrophilen Krautfluren bis hin zur Ausbildung von reinen Brennessel-Giersch-Säumen (Abb. 2). Ein Teil dieser heute ruderal verbreiteten Stauden dürfte an natürlichen Waldsäumen in Flußauen beheimatet sein (OBERDORFER 1983).

Es ist nicht verwunderlich, daß die Pflanzengesellschaften an Waldsäumen recht vielfältig zusammengesetzt sein können, weil die natürlichen und anthropogenen Standortfaktoren, in sehr unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert, die Konkurrenzkraft der Arten bestimmen. Hinzu kommt, daß es sich bei den Saumgesellschaften mit Ausnahme der seltenen natürlichen Bestände um anthropogene Dauergesellschaften handelt. Wird das Vordringen der Gehölze nicht dauernd verhindert, so können sich die Lebensbedingungen für die Saumkräuter und -gräser mehr oder weniger rasch ändern.

Während die Pflanzengesellschaften der Waldsäume Mitteleuropas in den letzten Jahrzehnten regional mehrfach untersucht und auch in Übersichten dargestellt



Abb. 1: Waldrand eines Kiefernforstes im Tertiär-Hügelland bei Freinhausen. Der Waldmantel ist nur stellenweise dichter geschlossen. Brennesselherden haben sich in dem von der Fiederzwenke beherrschten Saum ausgebreitet. Die deutliche Stufe zwischen Wald und Acker zeigt die Erosionsanfälligkeit der sandig-kiesigen Böden unter Ackernutzung.



Abb. 2: Eutrophierter Waldrand im Tertiär-Hügelland, an dem durch den unmittelbar angrenzenden Acker kaum Raum für Saumpflanzen bleibt. Brennesselherden beherrschen solche Standorte.

worden sind (HILBIG et al. 1972, DIERSCHKE 1974, HILBIG et al. 1982 u.a., OBERDORFER 1978/1983), wurden ihre ökologischen Bedingungen nur selten genauer analysiert (DIERSCHKE 1974). Auch dieser Beitrag beschränkt sich auf die Analyse der floristischen Zusammensetzung der Staudensäume an Waldrändern in einem Landschaftsausschnitt südwestlich von Ingolstadt. Die Interpretation der Ergebnisse muß sich daher auf die Ansprache leicht erkennbarer Standortmerkmale im Gelände und das bisher gesammelte Wissen über die ökologischen Ansprüche der beteiligten Arten stützen (ELLENBERG 1979, 1982). Das Ziel der Untersuchung war, die Vielfalt der Saumgesellschaften im Gebiet und ihre Beeinflussung durch den Menschen zu erfassen, um Aussagen über weitere Veränderungstendenzen der quantitativen und qualitativen Artenvielfalt machen zu können.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN

1. Kennzeichnung der Vegetation entlang der Waldränder und einiger Hecken

Waldränder können quer zu ihrer Längsausdehnung ein sehr kleinräumig abgestuftes Standortsgefälle haben (DIERSCHKE 1974), weil der Einfluß des Waldes und Gehölzmantels langsam ab- und derjenige der Nutzung im Vorfeld zunimmt. Außerdem tragen die herdenbildenden Stauden und Gräser der Säume viel zur kleinflächigen Heterogenität der Pflanzendecke bei. Ähnlich wie auch in anderen linearen Kleinstrukturen ist es daher kaum möglich, wirklich einheitliche Flächen für die pflanzensoziologischen Aufnahmen auszuwählen. Die Abgrenzung gegenüber Wiesen, Wegrainen und Äckern macht jedoch keine Schwierigkeiten, weil die Saumpflanzen rasch mechanischen Eingriffen wie Tritt oder Mahd weichen und die Nutzung meist geradlinig verläuft. Weniger klar sind die Grenzen zu Halbtrockenrasen nach außen und vordringenden Gebüschmänteln nach innen. Das Ziel der Arbeit war jedoch, das floristische Inventar der Waldränder insgesamt im Hinblick auf seine Schutzwürdigkeit zu beurteilen, so daß eine gewisse Uneinheitlichkeit der Aufnahmeflächen in Kauf genommen wurde. Im allgemeinen wurden zwischen 10 und 30 m lange sowie 1,0 bis 2,5 m breite Flächen aufgenommen. Aufnahmen wurden aber nur dort gemacht, wo Saumpflanzen im weiteren Sinne den Aspekt der Bestände bestimmten. So wiesen 50-75% der Waldränder höchstens einzelne Saumpflanzen, aber keine geschlossenen Säume auf, was auch von DIERSCHKE (1974) im Göttinger Raum beobachtet worden ist.

Bei jeder Aufnahme wurden die Höhe, Streifenbreite und der Deckungsgrad der Vegetation sowie deren Artenzusammensetzung notiert (Methode BRAUN-BLANQUET). Die Gehölze wurden jedoch nur in ihrem den Saum überragenden Anteil beurteilt. Auf den Tabellen in Klammern aufgeführte Arten wuchsen zwar am Waldrand, überdeckten den Saum aber nicht. Weitere Information zu den Saumstandorten sollte aus den Beziehungen zur Nutzungsart der Vorfläche gewonnen werden.

2. Auswertung alter Gebietsfluren und neuerer Erhebungen im Hinblick auf Aussagen über Florenveränderungen

In gleicher Weise wie für die Vegetation entlang von Entwässerungsgräben wurden die heute an den Waldrändern wachsenden Arten auf die Häufigkeit ihres Vorkommens im Gesamtgebiet eingestuft. Dazu bot sich eine 6-stufige Skala an, die auch schon 1840 von STREHLER (1840/41) verwendet wurde und so einen Vergleich mit der damaligen Florenzusammensetzung erlaubt. Weitere Hinweise bringen Angaben aus der Flora von Neuburg (ERDNER 1911, 1913, 1914). Zur Einschätzung der aktuellen Verbreitung wurden die Daten der "Floristischen Kartierung" in Bayern (freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. P. SCHÖNFELDER, Regensburg und Herrn Dr. E. KRACH, München, zur Verfügung gestellt), die Aufschlüsselung der Artenhäufigkeit im Raum Augsburg (HIEMEYER 1978) und die Erhebungen anderer Mitarbeiter am Gesamtprojekt der "Landschaftsökologischen Modelluntersuchung Ingolstadt (Dr. Annette OTTE, A. RINGLER, R. HAASE) herangezogen.

ERGEBNISSE

1. Verbreitung von Wäldern und Waldsäumen im Untersuchungsraum

Das Projektgebiet der Modelluntersuchung liegt im Südwesten von Ingolstadt/Donau und erstreckt sich in einem 6-8 km breiten Streifen, vom Tertiär-Hügelland mit der Paaraue im Süden, über das Donaumoos und die Donau-Niederterrasse bis hin zur rezenten Donaauae (RUTHSATZ 1983: Abb. 1). Die naturräumliche Ausstattung dieser Landschaften ist so unterschiedlich, daß sie vom Menschen in jeweils anderer Weise genutzt werden. Entsprechend unterscheiden sich auch

die Pflanzengesellschaften ihrer land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen, der sie begleitenden Kleinstrukturen und der Reste naturnaher oder halbnatürlicher Wälder, Rasen und Feuchtstandorte in ihrer Artenzusammensetzung.

Das Tertiär-Hügelland wird wie allgemein, so auch im Untersuchungsgebiet vorwiegend ackerbaulich genutzt. Jedoch können die Böden kleinräumig stark wechseln. Je nach den anstehenden Tertiärsedimenten und dem Ausmaß ihrer Überlagerung mit Terrassenschottern, Flugsanden und Lössen finden wir ein Mosaik aus podsoligen Braunerden, Rendzina-Braunerden, Rendzinen und Pelosol-Braunerden (WITTMANN & HOFMANN 1981). Dort, wo die Böden auf Kuppen und an Hängen zu flachgründig, zu sandig-kiesig oder vereinzelt auch zu mergelig-tonig sind, um mit Erfolg landwirtschaftlich genutzt zu werden, findet man heute Kiefern- und Fichtenforste. Auch an den erosionsanfälligen, von Lößlehm überdeckten SO-Hängen um Freinhausen stocken an Steilkanten noch Reste früher verbreiteter Hecken und Kiefernwaldstreifen. Als potentielle natürliche Waldgesellschaften (PNV) werden von SEIBERT (1968) und RODI (1975) für Flugsandgebiete und sandig-kiesige Kuppen Kiefern-Eichenwälder, für tertiäre Fließsande und Mergel an Südhängen Seggen- (Eichen-) Buchenwälder, für stärker lößüberdeckte Hänge und lehmige Sande Hainsimsen-Waldmeister- (Eichen-) Buchenwälder und als verbreitetste Waldgesellschaft auf den meist schwachlehmigen Tertiärsanden Hainsimsen- (Eichen-) Buchenwälder angegeben. Der natürliche Anteil an Kiefern, Eichen und Fichten in diesen Waldgesellschaften ist umstritten. Die Standorte der Waldmeister-Buchenwälder und diejenigen der Hainsimsen-Buchenwälder werden heute weitgehend ackerbaulich genutzt, während diejenigen der Laubwälder extremerer Standorte meist schon seit längerer Zeit mit Kiefern, seltener mit Fichte aufgeforstet wurden. Dieser Forstnutzung ging sehr wahrscheinlich eine Phase mit extensiver Weidenutzung und damit verbundener Boden-degradation voraus (s. Tab. 7). Reste dieser heute brachliegenden Heiden und Magerrasen sind noch erhalten, werden aber zunehmend von Gebüsch-, Saum- und Ruderalpflanzengruppen durchsetzt (RODI 1974).

Das Tertiär-Hügelland bietet mit seinen kleinräumig wechselnden Böden und den stark zerteilten Waldflächen Saumgesellschaften vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten. Allerdings werden diese dadurch gemindert, daß den vorherrschenden lichten Kiefernforsten häufig die Gebüschmäntel und damit die mikroklimatischen Voraussetzungen für eigenständige Saumstandorte fehlen.

Die Paaraue und der untersuchte Teil des Donaumooses werden wegen ihrer grundwassernahen Böden überwiegend als Grünland genutzt. Als potentielle natürliche Waldgesellschaften dieser Moor-, Anmoor-, Gley- und Braunerde-Gleystandorte (WITTMANN & HOFMANN 1981) werden Erlenbruchwälder, Erlen-Eschenwälder und nasse Eichen-Hainbuchenwälder angegeben (SEIBERT 1968, RODI 1972). Reste dieser wohl auch ursprünglich hier stockenden Wälder sind im Untersuchungsgebiet nicht mehr vorhanden. Vereinzelt kommen aber an Grabenrändern, an Nutzungsgrenzen und in stark vernästen Mulden Moorweidengebüsch vor. Mit Ausnahme weniger Fichten- und Pappelforste sowie der Baumreihen entlang der Entwässerungskanäle fehlen hier heute ausgedehntere Gehölzbestände, und somit sind auch Saumstandorte selten. Sie werden zusätzlich dadurch eingeschränkt, daß die Grünlandnutzung meist bis unmittelbar an den Waldrand heranreicht oder gerade dort Gräben verlaufen.

Die Donau-Niederterrasse liegt nur wenig höher als das Donaumoos und die jüngere Donau-Aue. Im Randbereich zum Donaumoos bilden das Mallertshofer Hölzl, die Muckenhard und der Mandlert ein relativ großes Waldgebiet. An feuchten bis wechselfeuchten Standorten herrschen Fichtenforste, an grundwasserfernen Kiefernforste vor, die kleinflächig von Stieleichengruppen durchsetzt sind. Nord-östlich von Winden und südlich von Hagau sind auf höheren, mit sandig-lehmigen Schichten überdeckten Terrassenabschnitten noch Reste der ursprünglichen feldulmenreichen Eichen-Hainbuchenwälder erhalten geblieben, wie sie für nahe Gebiete des Donautales bei Neuburg schon beschrieben wurden (SEIBERT 1971, RODI 1972). Die Übergangsbereiche zum Donaumoos könnten dagegen feuchte Eichen-Hainbuchenwälder getragen haben. Allerdings sind ihre Standorte durch Entwässerungsmaßnahmen heute wohl grundwasserferner als ursprünglich. Die heutigen Waldränder sind fast überall von dichten Mantelgebüsch umgeben, an deren Fuß sich je nach den Feuchtigkeitsbedingungen und der Nährstoffversorgung unterschiedliche Saumgesellschaften eingestellt haben, sofern sie nicht durch mechanische Eingriffe zu häufig gestört werden.

Die walddreichste Landschaft ist die eigentliche Donauaue, wo entlang des heutigen Donaukanals und der Donaualtarme sowie der Zuflüsse aus dem Donaumoos ausgedehnte Auwaldflächen oder doch gewässerbegleitende Gehölzstreifen zu finden sind. Ein Teil der naturnahen Laubwälder ist jedoch auch hier in Fichten-, Kiefern-, Pappel- oder Ahornforste umgewandelt worden. Die Waldgebiete sind im

Norden der Donau ausgedehnter und stärker durch Wiesen- und Ackerflächen untergliedert als im Süden. Dort hat sich im "Gerolfinger Eichenwald" aus besitzrechtlichen Gründen (GABEL 1981) eine aus dem vergangenen Jahrhundert überkommene Nutzungsstruktur erhalten, die gerade den Saumgesellschaften gute Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Da dieses Gebiet jedoch außerhalb des Untersuchungsraumes liegt, wurden nur einige Säume zum Vergleich mit in die Betrachtungen einbezogen. Aber auch südlich der Donau sind noch naturnahe Reste der ursprünglichen Hartholzauen anzutreffen. Ihre Waldränder sind durch artenreiche Gebüschmäntel dicht geschlossen. Die sie begleitenden Säume entsprechen den basen- und nährstoffreichen Auenböden und sind zum großen Teil noch gut erhalten.

Im Untersuchungsgebiet finden sich Staudensäume entlang von Waldrändern somit im Tertiär-Hügelland, auf der Donau-Niederterrasse und in der eigentlichen Donauaue. Im Hügelland sind daneben Hecken und Gehölzstreifen zwischen Ackerterrassen verbreitet, an deren Fuß sich dort Säume entwickeln können, wo die äußere Ackerfurche nicht unmittelbar neben der Hecke verläuft. Meist ist dies jedoch der Fall. Einige Baumreihen und schmale Gehölzstreifen ziehen sich auch an Entwässerungskanälen und Seitenbächen der Donau hin, vor denen sich nitrophile Staudenfluren ausbilden können.

Am Rande der Laubwälder in der Aue und auf der Niederterrasse haben sich meist geschlossene Gebüschmäntel angesiedelt und typische Saumgesellschaften entwickelt. Dort, wo Nadelbaumforste an die Feldflur grenzen, ist das viel seltener der Fall. Dies gilt insbesondere für die mageren Standorte der Kiefernforste im Tertiär-Hügelland, wo häufig nur einzelne Ginsterbüsche und dichtes Brombeergestrüpp einen niedrigen, offenen Mantel bilden und vor dem angrenzenden Acker keinen Raum für eine Saumgesellschaft lassen. Die Wald/Feld-Grenze ist in diesem Naturraum, auf gleiche Flächen bezogen, jedoch länger als im Auenbereich südlich der Donau, wo der Wald weniger stark von Nutzflächen zerschnitten wird.

2. Die Standortbedingungen der Saumgesellschaften (Tab. 1)

Die Vielfalt der Standorte, an denen sich im Untersuchungsgebiet Säume entwickelt haben, ist sehr groß, weil die Basen-, Nährstoff- und Wasserversorgung der Böden je nach Ausgangsmaterial, Bodenbildung und Grundwassernähe unterschiedlich sind. Expositionsunterschiede prägen die weite Amplitude der Mikroklimabedingungen. Der Mensch hat zwar zunächst die heutige Vielfalt der Gehölzrandstandorte geschaffen, trägt aber heute eher zu einem Ausgleich zwischen den Extremsituationen bei, indem Naßstandorte weiter entwässert oder aufgeschüttet und Magerstandorte durch die verstärkte Düngung der angrenzenden Nutzungsflächen mit verbessert werden.

Tab. 1: Standortmerkmale der Waldsäume im Untersuchungsgebiet

1. Boden
 - 1.1 flach- bis tiefgründige, tonig-lehmige bis sandig-kiesige, mäßig bis stärker humose Böden in ebener bis hängiger Lage.
 - 1.2 Wasserversorgung nach Grundwassernähe, Bodentextur und mikroklimatischer Situation sehr unterschiedlich.
 - 1.3 schlechte bis gute Basen- und Nährstoffversorgung je nach ursprünglicher Bodengüte sowie anthropogen verursachter Verhagerung bzw. Eutrophierung.
 - 1.4 stark saure bis neutrale Bodenreaktion (pH im Oberboden 3.6 bis 7.5; gemessen in Wasser).
2. Mikroklima
 - 2.1 Exposition des Waldrandes sowie Höhe, Dichte und Verzweigung des Waldmantels und der Waldrandbäume entscheiden über den Licht- und Wärmegenuß der Saumpflanzen. Durch Abschirmung oder Stau werden auch die Niederschlagsmengen beeinflusst.
 - 2.2 Je nachdem, ob am Waldrand ein Feldweg verläuft oder sich unmittelbar Wiesen- bzw. Ackerland anschließen, kann der Waldsaum durch wenigstens zeitweise hochstehendes Gras oder Feldfrüchte, insbesondere Mais, mehr oder weniger stark beschattet werden.
3. Nebennwirkungen der Landwirtschaft
 - 3.1 Mineraldünger- und Gülleeintrag während der Bewirtschaftungsgänge auf Wiesen und Äckern.
 - 3.2 Ablagerung von Ernteabfällen, Schutt und Lesesteinen an den Waldrändern.
 - 3.3 Versehentliche Mahd und gelegentliches Befahren der Säume.
 - 3.4 Eintrag von Herbiziden und damit selektive Schädigung bzw. Förderung bestimmter Artengruppen.

Der Einsatz von Herbiziden auf den angrenzenden Äckern dürfte sich in abgeschwächter Form auch auf die Saumgesellschaften auswirken. Ähnlich wie an Ackerrainen wird die häufigere Verwendung von Spritzmitteln gegen zweikeimblättrige Pflanzen zur indirekten Förderung der Gräser führen und gerade viele der typischen Saumstauden schädigen.

In einigen wenigen Fällen ist die Nutzung der Vorflächen in den letzten Jahren oder Jahrzehnten aufgegeben worden. Dies führt zwar zunächst zu einer Förderung der Saumpflanzen wegen der fehlenden mechanischen Störungen, nach einer gewissen Zeit werden sie jedoch von den vordringenden Gehölzen überwachsen und verdrängt.

Die meisten Wälder sind in Gemeinde- oder Privatbesitz und werden nicht geregelt bewirtschaftet. Dadurch ist der Laubholzanteil in und am Rande von Nadelbaumforsten relativ hoch. Eichen, Birken, Hainbuchen, Vogelkirschen und Ebereschen können sich besonders in lichten Kiefernbeständen gut behaupten. Stark schattende Fichtenforste lassen nur selten Laubbäume im Inneren hochkommen. Die Saumgesellschaften werden von der Struktur und Artenzusammensetzung der Gehölzränder nicht nur in ihrer Wärme-, Strahlungs- und Wasserversorgung geprägt, sondern auch in ihrer Mineralstoffernährung. Die chemische Zusammensetzung der anfallenden Nadel- oder Blattstreu der Gehölze beeinflusst die Art des sich bildenden Humus, den pH-Wert des Bodens und die Verfügbarkeit der mineralischen Nährstoffe. Am Rande von Nadelforsten kann man selbst auf im Untergrund basenreichen Böden Säurezeiger in den Saumgesellschaften finden. So dürfte sich das gelegentliche Nebeneinander von flachwurzelnden Arten bodensauren Standorte wie dem kleinen Habichtskraut und tiefwurzelnden Kräutern von kalkreichen Böden wie dem Sichelklee im Saum von Nadelforsten erklären lassen.

3. Die Vegetation der Waldsäume (Tab. 2 bis 5)

Beim Vergleich aller Vegetationsaufnahmen von Staudensäumen im Untersuchungsgebiet stellte sich bald heraus, daß die Artenzusammensetzung der Waldmäntel und Säume im Tertiär-Hügelland von derjenigen der Donautal-Landschaft deutlich verschieden ist. Dies war aufgrund der großen Unterschiede zwischen den Bodeneigenschaften und den Wald- bzw. Forstgesellschaften in beiden Naturräumen auch zu erwarten. In den Waldmänteln lassen sich neben einer artenreichen aber im Einzelfall wenig steten Gruppe von Gehölzen, die beiden Teilgebieten gemeinsam ist, auch Differentialartengruppen erkennen. Der Schwerpunkt der Verbreitung einer für bodensaure Standorte im Tertiär-Hügelland charakteristischen Mantelgebüschgruppe aus *Rubus idaeus*, *Frangula alnus*, *Cytisus scoparius* und *Sambucus racemosa* liegt am Rande der dort vorherrschenden Kiefern- und Fichtenforste. Für die Mantelgesellschaften der Laubwälder an basen- und nährstoffreichen Auenstandorten sind dagegen *Cornus sanguinea*, *Ulmus minor*, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera xylosteum*, *Corylus avellana*, *Viburnum lantana*, *Prunus padus* und *Clematis vitalba* typisch. Ausnahmen von dieser Regel bilden jedoch lößüberdeckte Hänge im Tertiär-Hügelland auf der einen und verhangerte Nadelforstränder in der Donau-Aue auf der anderen Seite.

In den gegenüber den Mänteln artenreicheren Saumgesellschaften kommen die Unterschiede zwischen den Naturräumen noch deutlicher heraus. Unter den Differentialarten der bodensauren *Trifolium medii*-Säume sind *Stellaria graminea*, *Holcus mollis*, *Cerastium arvense*, *Cytisus scoparius* juv. und *Avenella flexuosa* ganz auf das Tertiär-Hügelland beschränkt. Das gleiche gilt für eine Artengruppe, die von den schwach bodensauren Halbtrockenrasen der hier früher verbreiteten Triften bis in die Waldsäume hineinreicht. Dazu gehören vor allem *Peucedanum oreoselinum*, *Artemisia campestris*, *Dianthus carthusianorum*, und *Phleum phleoides*. Hinzu kommen noch weitere Arten wie *Lychnis viscaria*, *Pteridium aquilinum* und *Sambucus ebulus* mit geringer Stetigkeit und unterschiedlichen Standortsansprüchen.

Für die Waldsäume der Donau-Auen sind vor allem Arten aus reichen Laubmischwäldern typisch wie *Stachys sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Campanula trachelium*, *Pulmonaria obscura* und *Scrophularia nodosa*, die im Tertiär-Hügelland fehlen. Ihren Schwerpunkt an Auen-Waldrändern haben auch Arten der feuchten Magerwiesen, und zwar *Molinia caerulea*, *Silaum silaus*, *Cirsium tuberosum*, *Gentista tinctoria*, *Succisa pratensis* sowie weitere mit geringerer Stetigkeit. Aufgrund dieser auffälligen floristischen und damit auch standörtlichen und pflanzensoziologischen Unterschiede wurden die Säume im Tertiär-Hügelland und diejenigen der Donauauen-Landschaft in getrennten Tabellen zusammengestellt und sollen auch nacheinander erläutert werden.

Nach strengen pflanzensoziologischen Kriterien beurteilt, handelt es sich bei vielen krautigen Pflanzenbeständen an den untersuchten Waldrändern keineswegs um Saumgesellschaften. Was dort wächst, mag sich zwar deutlich vom Waldunterwuchs und den Pflanzengesellschaften des angrenzenden Grünlandes, Ackers oder von Wegen unterscheiden, muß deshalb aber noch keine Kennarten typischer Staudensäume enthalten. Dies ist an den Waldrändern im Tertiär-Hügelland sogar die Regel und nicht die Ausnahme, kann aber auch für einige der Laubwaldränder der Donau-Auen gelten. Nur dort, wo sich ein geschlossener Waldmantel ausgebildet hat und Störungen von außen selten wirksam werden, können sich, den Nährstoff-, Feuchte- und Kleinklimabedingungen entsprechend, durch Charakterarten gut gekennzeichnete Saumgesellschaften einfinden. Den Zielen der Untersuchung folgend, wurden jedoch alle floristisch eigenständigen Krautfluren an Waldrändern aufgenommen.

3.1 Waldsäume im Tertiär-Hügelland (Tab. 2 und 3)

Die Vielfalt der Pflanzenbestände, die man an Waldrändern im Tertiär-Hügelland antreffen kann, ist sehr groß. Die Ursachen dafür liegen vor allem in den kleinräumig wechselnden Bodenbedingungen und dem unterschiedlichen Einfluß, den der Mensch direkt oder indirekt auf diese Standorte ausübt.

Die Mantelgebüsche der Kiefern- und Fichtenforste sowie der wenigen Laubholzbestände im Tertiär-Hügelland sind recht vielgestaltig und enthielten 30 heimische Gehölze und 9 Forstpflanzen bzw. Kulturflüchtlinge, die meisten davon jedoch nur mit geringer Stetigkeit. Ihre Zuordnung zu pflanzensoziologischen Einheiten ist aus vielen Gründen schwierig, worauf auch DIERSCHKE (1974) in seiner Arbeit über die Mantel- und Saumgesellschaften des Leineberglandes

Tab. 3: Die Waldsaum-Gesellschaften im Tertiär-Hügelland südlich von Ingolstadt (s. Tab. 2) und ihre ökologischen Zeigerwerte. Versuch zu einer pflanzensoziologischen Gliederung der z.T. fragmentarischen Bestände

Saum- gesellsch.	1	2.111	2.112	2.211	2.212	2.213	2.113.1	2.214	2.1131	3.1	3.2
Aufn.-Zahl	3	6	7	7	7	4	8	7	3	4	3
Ø F-Zahl	4.6	4.4	3.8	3.9	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.3	5.2
Ø R-Zahl	4.1	3.7	5.9	7.0	7.0	6.5	5.8	6.7	5.9	6.2	5.6
Ø N-Zahl	5.2	3.6	3.4	4.0	5.2	4.7	5.4	5.8	6.1	6.8	6.9

1. Schlagflur-verwandte Säume (*Atropetalia* Vlieg. 1937): *Calamagrostis epigeios*-Herden (Aufn. 1-3).
2. Mesophile Säume des *Trifolion medii* Th. Müller 1961.
 - 2.1 Gesellschaften basenarmer Böden (UV *Trifolio-Teucrium scorodoniae* Knapp 1976) mit subkontinentaler Prägung.
 - 2.11 *Agrostis tenuis*-*Holcus mollis*-Gesellschaft (prov.).
 - 2.111 Variante mit *Avenella flexuosa* und *Vaccinium myrtillus*, stark verhägert: Aufn. 4-9. Ähnlich *Melampyrum pratense*-*Hieracium*-Gesellschaft Th. Müller in Oberdorfer 1983.
 - 2.112 Variante mit *Peucedanum oreoselinum*, *Artemisia campestris* u.a. Arten schwach bodensaure Halbtrockenrasen: Aufn. 10-16.
 - 2.113 Variante mit *Urtica dioica* u.a. nitrophilen Stauden: Aufn. 35-42 und 50-52.
 - 2.113.1 Typische Ausbildung: Aufn. 35-42.
 - 2.113.2 Stark gestörte, Trennarten-arme Ausbildung: Aufn. 50-52.
 - 2.2 Gesellschaften basenreicher Böden (UV *Agrimonia-Trifolion* Knapp 1976).
 - 2.21 Klee-Odermenning-Saum (*Trifolio-Agrimonia eupatoria* Th. Müller 1962).
 - 2.211 Variante mit *Peucedanum oreoselinum*, *Artemisia campestris* und *Centaurea scabiosa*. Halbtrockenrasen-Ausbildung: Aufn. 17-23.
 - 2.212 Typische Variante mit vereinzelt Nährstoffzeigern: Aufn. 24-30.
 - 2.213 Variante mit *Agrostis tenuis* und nitrophilen Stauden (*Aegopodium podagraria*): Aufn. 31-34.
 - 2.214 Kenn- und Trennarten-arme Bestände mit nitrophilen Stauden: Aufn. 43-49.
3. Giersch-Saumgesellschaften (*Aegopodium podagrariae* Tx. 1967) und verwandte nitrophile Staudenfluren an sehr nährstoffreichen Waldrändern.
 - 3.1 Brennessel-Giersch-Saum (*Urtico-Aegopodietum podagrariae* Tx. 1963).
 - 3.2 Zwergholunder-Gesellschaft (*Sambucetum ebuli* Felf. 1942): Aufn. 53-55.

nachdrücklich hinweist. An verhangerten Nadelwaldrändern auf armen Tertiärsanden sind Besenginster-Herden und Schlehen-Besenginster-Gebüsche des *Rubo-Prunio* die verbreitetsten Mantelgehölze im Tertiär-Hügelland. Auf basenreicheren Löß- und Mergelhängen werden sie durch Übergänge zu Schlehen-Liguster-Gebüschen des *Berberidion* ersetzt, in denen vielfach auch der Kreuzdorn und die Hundsrose, vereinzelter das Pfaffenhütchen, die Berberitze, der wollige Schneeball und sogar die Kornelkirsche anzutreffen sind. Häufige Begleiter beider Gebüschtypen sind die Stieleiche, der schwarze Holunder, der Faulbaum, die Himbeere und Brombeeren i.w.S.. Eine Übereinstimmung im Standortsbezug mit den angrenzenden bodensauren bzw. basenreichen oder mehr oder weniger euthrophierten Saumgesellschaften deutet sich zwar vielerorts an, die Verbreitungsgrenzen der Mantelgehölze sind jedoch sehr unscharf und durch viele Übergänge miteinander verbunden. Am eindeutigsten ist das Zusammentreffen von artenreichen Schlehen-Liguster-Mänteln mit Halbtrockenrasen-ähnlichen Zickzackklee-Säumen auf lößüberdeckten Hängen bei Freinhausen.

Die aufgenommenen Bestände, welche die Gesamtheit der krautigen Waldrandfluren widergeben sollen, stellen selten Saumgesellschaften im engeren Sinne dar. Viel eher handelt es sich dabei um Fragmente von und Übergangsausbildungen zu Ginsterheiden, bodensauren Magerrasen, Kalk-Halbtrockenrasen, Magerwiesen, Schlagfluren und ruderaler Wegrandvegetation (Abb. 3). Dennoch lassen sich drei Gruppen von Saumgesellschaften darin erkennen: Zickzackklee-Säume des *Trifolium medii* basenreicher bis -armer Standorte sowie Giersch-Säume des *Aegopodium podagrariae*. Hierunter sind die letzteren wohl meist durch anthropogene Nährstoffzufuhr aus den beiden ersten hervorgegangen und durch fließende Übergänge mit ihnen verbunden.

Im folgenden sollen die verschiedenen Saumbestände kurz in ihrer Artenzusammensetzung, ihren Standortsbedingungen und ihrer möglichen pflanzensoziologischen Zuordnung (Tab. 3) gekennzeichnet werden. Die Anordnung der Vegetationsaufnahmen in Tab. 2 wurde so gewählt, daß sie anhand von Differentialartengruppen annähernd eine Abstufung von nährstoffarmen, bodensauren zu nährstoff- und basenreichen Standorten widergeben. Hierbei wurde die Nährstoffabstufung vorrangig berücksichtigt; die Säure- und Basenzeiger werden gegeneinander versetzt, hintereinander aufgeführt. Bei einer Aufspaltung in Einzeltabellen wäre die Ordnung der Aufnahmen zwar leichter möglich gewesen, aber der landschaftliche Überblick dabei verloren gegangen.



Abb. 3: Artenreicher, durch die Ackernutzung aber gestörter Waldsaum an basenreichem Standort im Tertiär-Hügelland bei Freinhausen. Auffällig sind *Rhinanthus serotinus*, *Medicago falcata*, *Carduus acanthoides*, *Pastinaca sativa* und *Erigeron annuus*.

Am Rande lichter Kiefernforste wachsen auf sauren, sandig-lehmigen Böden stellenweise ausgedehnte Reitgrasherden, die sich in offener werdenden Beständen auch in den Wald hinein ausdehnen können. Wo sie einmal Fuß gefaßt haben, können sie das Aufkommen anderer Arten sehr erfolgreich verhindern (Aufn. 1-3). Ähnlich verhalten sich bei etwas günstigerer Wasserversorgung, besonders in Schattlagen, auch Adlerfarnherden und Brombeergestrüppe. Solche Bestände stehen, wenn sie an Waldrändern vorkommen, den bodensauren mesophilen Säumen am nächsten und sind im Unterwuchs meist von dafür kennzeichnenden Arten wie *Agrostis tenuis* und *Holcus mollis* durchdrungen (SCHWABE-BRAUN 1980).

Die magersten Saumgesellschaften an wind-verhagerten offenen Kiefern- und Fichtenforsträndern erinnern in ihrer Artenzusammensetzung an Ginsterheiden und Borstgrasrasen (Artengruppen D 4 und D 5). Sie sind meist artenarm und werden von Gräsern beherrscht, unter denen *Avenella flexuosa*, *Agrostis tenuis*, *Holcus mollis* und gelegentlich auch *Festuca ovina* faziesbildend sein können (Aufn. 4-9). Diese Säume sind der *Melampyrum pratense*-*Hieracium*-Gesellschaft Th. Müller (in OBERDORFER 1978, S. 297 f.) sehr verwandt, obwohl *Holcus mollis* darin vertreten ist. In verarmter Form besiedeln sie auch das Innere von lichten Kiefernforsten und gehören wohl zum Gesellschaftsmosaik früher durchweideter Kiefern-Eichen- oder Hainsimsen-Eichen-Buchenwälder.

Buntblumig-artenreicher sind die Waldsäume der Kiefernwäldchen auf den von Mergeln und Löss überdeckten Kuppen und Hängen (Aufn. 10-34). Sie ähneln den leicht bodensauren, früher beweideten Halbtrockenrasen des Tertiär-Hügellandes (RODI 1974, OBERDORFER 1978, S. 142 ff.). Wo sie an diese anschließen, ist die äußere Grenze der Saumgesellschaft undeutlich, weil einige der Saumpflanzen in die aufgelassenen Magerweiden eingewandert sind. Typisch für diese wohl wegen ihrer Artenzusammensetzung wertvollsten Saumgesellschaften sind vor allem *Peucedanum oreoselinum*, *Artemisia campestris*, *Dianthus carthusianorum* und *Hieracium umbellatum* (Artengruppe D 6). Je basenreicher die Böden sind, desto mehr werden an trockenen bis mäßig frischen Standorten die Gruppen der Säurezeiger (D 5) und der Trennarten der bodensauren *Trifolion medii*-Säume (D 1) von halbruderalen Gräsern wie *Brachypodium pinnatum* und *Poa angustifolia* (D 7) zurückgedrängt. Als Saumpflanzen kommen noch *Medicago falcata* und *Coronilla varia* hinzu, die an kalkreichen Standorten zusammen mit den Mesobrometum-Arten *Centaurea scabiosa* und *Salvia pratensis* meist besonders reichlich auftreten (Aufn. 17-23). Dort, wo die Nährstoffversorgung meist wohl aufgrund anthropogener Einflüsse etwas günstiger ist und durch das Erscheinen von nitrophilen Ruderalkräutern wie *Galeopsis tetrahit*, *Cirsium arvense*, *Artemisia vulgaris* u.a. (D 8) angezeigt wird, kann sich *Brachypodium pinnatum* zu dichten Herden zusammenschließen (Aufn. 24-30) und die meisten der Magerkeitszeiger (D 6 und D 7) ganz ausschalten. In einigen Fällen (Aufn. 31-34) kommen neben dichten *Brachypodium pinnatum*-Herden sogar Gruppen von *Aegopodium podagraria* und *Heracleum sphondylium* sowie *Urtica dioica* (Aufn. 27) vor, was sich wohl auf lokal begrenzte anthropogene Eutrophierung, eventuell durch Ernterückstände, zurückführen läßt. Allerdings war dies in keinem der Fälle so eindeutig, daß die nitrophilen Arten aus der Vegetationsaufnahme ausgeschlossen werden konnten.

Während man diejenigen Säume, die sowohl Basen- als auch Säurezeiger in größerer Anzahl enthalten (Aufn. 10-17), entweder zu den Saumgesellschaften an basenarmen oder -reichen Standorten stellen kann, dürfte das versärfte Auftreten von *Brachypodium pinnatum* und seiner Begleiter (Gruppe D 7) die Zuordnung der Aufn. 17-34 zum Klee-Odermenning-Saum aus der basiphilen Assoziationsgruppe des *Trifolion medii* erlauben.

Mit zunehmendem Nährstoffreichtum der Standorte werden in der Regel die Kalkzeiger (D 7) zuerst aus den Saumgesellschaften verdrängt, während die Trennarten der bodensauren Säume (D 1) sich wirksamer gegen nitrophile Ruderalstauden behaupten können (Aufn. 35-42, 50-55). Einige der mesophilen Saumpflanzen und die sie häufig begleitenden Kräuter (D 3) haben an Saumstandorten offensichtlich eine weite Amplitude in bezug auf den pH-Wert des Bodens. Sie entwickeln sich zwar dort üppiger, wo nitrophile Kräuter weniger konkurrenzkräftig sind, können sich gegen diese aber stellenweise auch unter günstigeren Nährstoffbedingungen behaupten (Aufn. 24-49).

Wo man daher im vorliegenden Aufnahmenmaterial die Grenzen zwischen den mesophilen Säumen, die in ihrer Artenzusammensetzung azidoklinen oder basiklinen *Trifolion medii*-Gesellschaften ähneln, und den nitrophilen, z.T. deutlich ruderalen Staudenfluren des *Aegopodium podagrariae*-Verbandes ziehen sollte, ist schwer zu entscheiden. Eindeutig zur letzteren Gesellschaftsgruppe gehören die von *Sambucus ebulus* beherrschten Waldränder (Aufn. 53-55) auf tiefgründigen, schwach sauren Stauden (Abb. 4) und von *Urtica dioica* und *Aego-*



Abb. 4: *Sambucus ebulus*-Herden am Rand eines Fichtenforstes bei Steinerskirchen im Tertiär-Hügelland.



Abb. 5: Durch Ernteabfälle angereicherter Saum am Rande eines kleinen Waldes im Tertiär-Hügelland. Brennessel- und Ackerkratzdistel-Herden beherrschen den nitrophilen Bestand.

podium podagraria beherrschten Bestände (Abb. 5), denen mesophile Saumpflanzen und andere Magerkeitszeiger weitgehend fehlen (Aufn. 56–59).

Die für alle Vegetationsaufnahmen nach ELLENBERG (1979, 1982) berechneten mittleren Zeigerwerte für die Bodenfeuchte (F-Zahl), die Bodenreaktion (R-Zahl) und die Stickstoffversorgung (N-Zahl) lassen die Abstufung der Bodenfaktoren recht deutlich hervortreten und bestätigen die dargestellte Gliederung (Tab. 3).

3.2 Waldsäume in der Donauauen-Landschaft (Tab. 4 und 5)

An den meist basen-, überwiegend auch nährstoffreichen Auenstandorten bestimmen naturnahe Eichen-Hainbuchenwälder und Hartholzauenreste mit geschlossenen Gebüschmänteln das Waldbild. Im Übergangsbereich zwischen Donaumoos und Niederterrasse herrschen Fichten- und Kiefernforste vor, die jedoch auch die Auenwälder durchsetzen, wobei Kiefern jeweils auf flachgründigen Böden über Kalkschottern stocken. Ob sie an solchen "Brennen"-Standorten ursprünglich vorkamen, ist nicht nachgewiesen, aber wahrscheinlich. Die Waldränder der Nadelforste haben selten geschlossene Waldmäntel. Die häufigsten Laubbäume der Auenwaldränder sind Stieleiche, Feldulme und Esche. Die Waldmäntel sind mit insgesamt 30 heimischen Gehölzen artenreich und dennoch relativ einheitlich zusammengesetzt, weil davon 7 Arten mindestens 40% Stetigkeit erreichen. Es handelt sich dabei um wärmeliebende, z.T. etwas nitrophile Schlehen- Liguster-Gebüsche.

Die Saumpflanzenbestände lassen sich drei verschiedenen Verbänden zuordnen (OBERDORFER 1978, 1983). Als *Trifolion medi*-Säume basenreicher Standorte, aber etwas unterschiedlicher Ausprägung können die Aufnahmen 1–17 angesehen werden. Sie sind durch das Vorkommen von *Trifolium medium*, *Agrimonia eupatoria* sowie typischen Begleitern wie *Fragaria vesca*, *Hypericum perforatum* und *Galium verum* ausreichend gekennzeichnet. Einige ihrer Trennarten weisen sogar auf besonders wärmebegünstigte Standorte hin, wie sie für die Blutstorchschnabel-Säume des *Geranion sanguinei* charakteristisch sind. Hierzu gehören *Peucedanum cervaria*, *Fragaria viridis*, *Veronica teucrium*, *Geranium sanguineum* und *Melampyrum cristatum*. Das Übergreifen dieser Artengruppe ist typisch für den Klee-Odermenning-Saum (*Trifolio-Agrimonetum eupatoria* Th.

Tab. 5: Die Waldsaumgesellschaften der Donaulandschaft (s. Tab. 4) und ihre mittleren Zeigerwertzahlen (n. ELLENBERG 1979, 1982)

Saumgesellschaften	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3
Aufn.-Zahl	3	6	8	8	11	4	2
Ø Feuchtezahl	4.5	4.7	4.7	5.0	5.5	5.8	6.5
Ø Reaktionszahl	5.2	6.7	7.0	7.0	7.0	6.7	6.8
Ø Stickstoffzahl	3.4	4.2	5.2	6.0	6.8	6.9	6.9

Gesellschaften basenreicher Standorte des *Trifolion medi*

1. Klee-Odermenning-Saum (*Trifolio-Agrimonetum eupatoria* Th. Müll. 1962), Subassoziation von *Brachypodium pinnatum*: Aufn. 1–17.
 - 1.1 Ausbildung wechselfeuchter Standorte mit *Molinia caerulea* und *Betonica officinalis*, oberflächlich durch Nadelstreu versauert: Aufn. 1–3.
 - 1.2 Ausbildung wechselfeuchter Standorte mit *Molinia caerulea* und *Betonica officinalis*, Kalk-Halbtrockenrasen-Form: Aufn. 4–9.
 - 1.3 Ausbildung nährstoffreicher Standorte mit nitrophilen Kräutern aus ruderalen Staudenfluren: Aufn. 10–17.

Giersch-Saumgesellschaften (*Aegopodion podagrariae*)

2. Brennessel-Giersch-Saum (*Urtico-Aegopodietum podagrariae* Tx. 1963): Aufn. 18–40.
 - 2.1 Subassoziation von *Brachypodium pinnatum*: Aufn. 18–25.
 - 2.2 Typische Subassoziation: Aufn. 26–36.
 - 2.3 Subassoziation nasser Standorte von *Convolvulus sepium*: Aufn. 37–40.

Zaunwinden-Saumgesellschaften (*Convolvulion sepium*)

3. Brennessel-Zaunwinden-Gesellschaft (*Urtica-Convolvulus sepium*-Gesellschaft): Aufn. 41–42.

Müller 1962) und seine Subassoziationsgruppe mit *Brachypodium pinnatum*, *Euphorbia cyparissias* und *Viola hirta* auf vorwiegend kalkreichen Böden (Tab. 4, Gruppe D 4). Im Übergangsbereich der Niederterrasse zum Donaumoos am Rande der Muckenhard, des Mandlert und des Mallertshofer Hölzl ist diese Saumgesellschaft weit verbreitet. Am Rande verhagerter, oberflächlich versauerter Nadelforste ohne Mantelgebüsche kommt eine Gruppe von Säurezeigern hinzu (Gruppe D 1). Die übrigen Aufnahmen dieser Saumgruppe (Aufn. 4-9) sind davon durch das Auftreten wenig steter Kalk-Halbtrockenrasen- und Wiesenarten (Gruppe D 2) abgesetzt.

Die meisten Standorte dieser Waldränder sind mehr oder weniger wechselfeucht und haben z.T. sogar anmoorige Böden. Dadurch erklärt sich auch das Vorkommen von Arten, die in der weiteren Umgebung an Grabenrändern und in sekundären Feuchtbiotopen verbreitet sind, wie *Molinia caerulea*, *Silva silaus*, *Cirsium tuberosum*, *Genista tinctoria*, *Galium boreale* und *Succisa pratensis* (Gruppe D 2 und D 3). Anhand des vorliegenden Aufnahmenmaterials läßt sich eine Subassoziationsgruppe mit *Brachypodium sylvaticum*, *Poa nemoralis* und *Geum urbanum* nicht deutlich von derjenigen mit *Brachypodium pinnatum* trennen, wie es OBERDORFER (1978) darstellt, weil beide Artengruppen häufiger gemeinsam vorkommen. Dies ist besonders an Waldrändern der Niederterrassestandorte der Fall. Das Auftreten von *Brachypodium sylvaticum* ist meist verbunden mit der Ansiedlung von Saumpflanzen nährstoffreicherer Waldränder (Gruppe D 5), was etwa mit dem Ausbleiben der Magerrasenpflanzen (Gruppe D 2 und D 3) zusammenfällt. Die Aufnahmen 10-17 ließen sich daher eher als Ausbildung nährstoffreicherer aber kalkärmerer Standorte innerhalb der Subassoziationsgruppe von *Brachypodium pinnatum* deuten.

Die Säume reicherer oder anthropogen eutrophierter Waldrand-Standorte der Niederterrasse und die meisten Auenwälder haben den Charakter von nitrophilen Staudenfluren und gehören zum *Aegopodium podagrariae* (Aufn. 18-40). Es sind Brennessel-Gierschsäume (*Urtica-Aegopodietum podagrariae* Tx. 1967) mit standörtlich etwas unterschiedlicher Ausprägung. Die beiden namengebenden Arten werden von weiteren nitrophilen Kräutern und z.T. auf die Auenlandschaft beschränkten Waldpflanzen mit wechselnden Mengenanteilen begleitet. Hierzu gehören insbesondere *Brachypodium sylvaticum*, *Stachys sylvatica*, *Campanula trachelium*, *Carduus crispus*, *Pulmonaria obscura* und *Agropyron caninum*. Die drei unterscheidbaren Subassoziationen spiegeln eine Abstufung der Nährstoff- und Wasserversorgung ihrer Standorte wider. An frischen aber relativ mageren Rändern der Auenwälder kann sich *Brachypodium pinnatum* noch zwischen den Ruderalstauden behaupten (Aufn. 18-25). Sie und weitere in Zickzackklee-Säumen häufige Arten (Gruppe D 4) fehlen der Typischen Ausbildung der Brennessel-Gierschsäume an frischen und nährstoffreicheren Standorten (Aufn. 26-36). Das Auftreten von Nässezeigern wie *Symphytum officinale*, *Angelica sylvestris* und *Calystegia sepium* (Gruppe D 6) kennzeichnet die dritte Gruppe von Aufnahmen (Aufn. 37-40) dieser Assoziation und leitet über zu den Zaunwinden-Schleiergesellschaften (*Convolvuletalia*).

Im Untersuchungsgebiet sind ausgedehntere Weichholz-Auenwälder selten und entsprechend auch die sie begleitenden Saumgesellschaften. An einem Entwässerungsgraben und einem aus dem Donaumoos kommenden Bach konnten jedoch Beispiele für die im Gebiet nicht seltene Brennessel-Zaunwinden-Gesellschaft des *Convolvulion sepium* an Gehölzrändern aufgenommen werden. Ähnliche Bestände begleiten die Entwässerungsgräben der Grünlandgebiete vorwiegend dort, wo diese mit Nährstoffen stark angereichert sind. Sie wurden im ersten Teil dieser Arbeit zusammen mit anderen Uferstaudenfluren schon behandelt (RUTHSATZ 1983).

In den mittleren Zeigerwertzahlen (ELLENBERG 1979, 1982) der aufgenommenen Saumpflanzen-Bestände spiegeln sich deutlich die Lebensbedingungen an den verschiedenen Waldrandstandorten wider (Tab. 5).

4. Die Schutzwürdigkeit der Waldrandflora

Die Staudensäume entlang der Wald- und Forstränder erwecken dann, wenn sie im Frühjahr und Sommer besonders buntblumig sind, immer wieder die Aufmerksamkeit der naturliebenden Spaziergänger. Bei genauerer Beobachtung fällt jedoch auf, daß überall dort, wo Schutt- und Ernteabfälle lagern oder Äcker bis fast an den Waldrand stoßen, großblättrige, weniger auffällig blühende Stauden die Arten mit farbigen Blüten zurückdrängen. Auch der Ausbau von Feldwegen hat durch die Befestigung der Seitenstreifen zur Störung und Umstrukturierung der Waldrandflora geführt. In der Regel wird an Laubwaldrändern das Waldesinnere durch einen Gebüschmantel gegen das Freiland abgeschlossen, während an Nadelforsträndern entweder die Fichtenzweige selber ausladend bis zum Boden rei-

chen oder ein Abschluß weitgehend fehlt, was für viele Kiefernbestände gelten kann. Floristisch eigenständige Staudensäume bilden sich aber meist nur dort aus, wo ein Gebüschmantel die mikroklimatischen Bedingungen des Saumbereiches bestimmt.

So sind in den letzten Jahrzehnten sicher viele Waldsäume floristisch eintöni-ger geworden, weil Nährstoffeintrag, mechanische Störung oder die Anlage von Nadelforsten dies bewirkt haben. Diese Entwicklung ist nicht nur aus ästhetischen, sondern vor allem aus ökologischen Gesichtspunkten sehr zu bedauern. Die artenreichen Staudensäume sind ein wichtiger oder heutzutage sogar der einzige Lebensraum für viele Tiergruppen, worunter ihr Reichtum an Insekten besonders auffällig sein kann (z.B. WILMANN 1980, KRATOCHWIL 1983). In ihnen leben auch viele Kleinsäuger und das Nieder- sowie Rehwild sucht sich hier seine Nahrung.

Unter den höheren Pflanzen gibt es eine relativ große Zahl, die weitgehend an Waldsaum-Standorte gebunden ist und sich höchstens vorübergehend in aufgelassenen Magerrasen ansiedeln kann, weil dort die Sukzession mehr oder weniger rasch zu Gehölzbeständen weitergehen wird. Hierzu gehören insbesondere die Arten der wärmeliebenden Saumgesellschaften (*Trifolio-Geranietea*), deren natürliche Standorte sehr selten waren oder geworden sind, so daß sie auf anthropogen geschaffene Waldränder angewiesen sind. Die Untersuchung in dem gewählten Beispielsraum sollte daher prüfen, ob Waldsäume überhaupt noch schützenswerte Arten enthalten, aus welchen Lebensräumen diese stammen und wie der Schutzwert von Waldrändern erhalten oder verbessert werden könnte.

Unter den an Waldsäumen beobachteten Pflanzen (Abb. 6) gehörten nur ca. 8% zu den auf solche Standorte weitgehend beschränkten wärmebedürftigen Arten der *Trifolio-Geranietea* und ca. 10% zu den ausdauernden, nitrophilen Krautfluren (*Artemisietea*), unter denen die Halbschatten-Krautsäume (*Convolvuletales*) ca. 7% ausmachen. Den höchsten Anteil erreichten die Arten der anthropo-zogenen Heiden und Rasen (*Nardo-Callunetea*, *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*) mit ca. 35% aller Arten. Die nächst häufige Pflanzengruppe hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in Ruderal- bzw. Ackerwildkrautfluren (*Chenopodietea*, *Scalietae*). Etwa 15% der Arten stammen aus der Bodenflora unserer Laubwälder (überwiegend *Quercus-Fagetea*) und dringen vom Wald her in die Säume ein, wenn der Gebüschmantel nicht allzu dicht ist. Auch einige der Schlagflurpflanzen (*Epilobieteae angustifolii*) finden ihnen zusagende Lebensbedingungen in den Waldsäumen. Sie machen aber nur ca. 3% der Saumflora aus. Außerdem sind etwa 15% Arten mit weiter Verbreitung in den mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften und ohne überregionale Verbreitungsschwerpunkte darin vertreten.

Um ein Schutzkonzept für Arten von Waldsäumen begründen zu können, müßte man zunächst die an diesen Lebensraum weitgehend ausschließlich angepassten Arten berücksichtigen. Aus der Gruppe der *Trifolio-Geranietea* sind in den pflanzensoziologischen Aufnahmen aus dem Untersuchungsgebiet 27 Arten vertreten (Tab. 6), von denen 13 weniger als 5% Stetigkeit erreichen. 13 Arten sind auf das Gesamtgebiet bezogen nur vereinzelt (Kategorie 5) oder sogar nur selten (Kategorie 6) anzutreffen. Einige von ihnen kommen heute daneben noch in den nicht mehr beweideten Halbtrockenrasen des Hügellandes oder an den "Brennen"-Standorten der Donauaue vor, wo ihre Überlebenschancen aber nicht gesichert sein dürften. Nutzungsänderungen oder zu Gehölzstadien fortschreitende Sukzessionen werden sie dort über kurz oder lang gefährden. Zwei der Arten, nämlich *Peucedanum carvifolium* und *Orobancha lutea*, stehen auf der "Roten Liste" der vom Aussterben bedrohten Arten der BRD (BLAB et al. 1984). Viele der wärmeliebenden Saumpflanzen finden jedoch zur Zeit noch günstige Lebensbedingungen in der nördlich angrenzenden Fränkischen Alb, wo sie deshalb auch nicht ganz so selten sind.

Für die besser mit Wasser und Nährstoffen versorgten und z.T. schattigeren Waldsäume sind Gesellschaften aus der Ordnung der *Convolvuletales* (Halbschatten-Krautsäume) typisch. Ihre Kennarten sind daher jeweils in einem Teil der pflanzensoziologischen Aufnahmen mit höheren Stetigkeiten vertreten (Tab. 2 und 4). Insgesamt sind diese Arten im Untersuchungsgebiet wohl kaum gefährdet, weil viele von ihnen auch an nitrophilen Ruderalstandorten sowie in feuchten, nährstoffreichen Laubwäldern Verbreitungsschwerpunkte haben. Eventuell ist die Situation für *Viola odorata* nicht ganz so günstig, weil sie hochwüchsigen nitrophilen Stauden nicht gewachsen ist.

Aus der großen Zahl der Differential- und Begleitarten wurden in Tab. 6 dazu noch diejenigen aufgeführt, die im Untersuchungsgebiet nur vereinzelt bis selten vorkommen. Die pflanzensoziologische Heterogenität dieser Gruppe spiegelt die Vielgestaltigkeit der Saumstandorte wider. So haben sich vor allem selte-

Tab. 6: Angaben zur früheren (1840) und heutigen (1980) Verbreitung von typischen Waldsaumpflanzen und einigen seltenen Arten im Untersuchungsgebiet

Spalten	1	2	3	4
Artengruppen	Stetigkeit %	Häufigkeit 1840 1980	Rote Listen BRD Bayern	Vorkommen in anderen Trockenrasen Pflanzengesellschaften Rainen, Wege Grabenufer
<u>Waldsäume (Trifolio-Geranietea)</u>				
<i>Galium verum</i>	46	1	2	+++
<i>Hypericum perforatum</i>	43	1	2	++
<i>Agrimonia eupatoria</i>	21	2	3	+++
<i>Coronilla varia</i>	20	1	3	+
<i>Clinopodium vulgare</i>	14	2	3	+
<i>Campanula rapunculoides</i>	13	2	3	+
<i>Viola hirta</i>	6	1	3	+++
<i>Verbascum lychnitis</i>	2	3	3	+++
<i>Medicago falcata</i>	24	1	4	+++
<i>Trifolium medium</i>	22	3	4	++
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	13	4	4	+
<i>Fragaria viridis</i>	11	N verbr.	4	++
<i>Origanum vulgare</i>	6	1	4	++
<i>Veronica teucrium</i>	4	N verbr.	4	+
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	5	3	5	+
<i>A. cicer</i>	5	3	5	+
<i>Silene nutans</i>	2	3	5	+
<i>Polygonatum odoratum</i>	2	3	5	+
<i>Trifolium alpestre</i>	2	5	5	+
<i>Inula conyza</i>	2	N verbr.	5	+
<i>Melampyrum cristatum</i>	1	3	5	+
<i>Lithospermum officinale</i>	1	3	5	+
<i>Arabis glabra</i>	1	4	5	+
<i>Peucedanum cervaria</i>	4	4	6	+
<i>Geranium sanguineum</i>	2	3	6	+
<i>Peucedanum carvifolium</i>	1	5	6	+
<i>Orobancha lutea</i>	1	5	6	+
<u>Halbschatten-Krautsäume (Geo-Alliarion, Convolvulion)</u>				
<i>Galium aparine</i>	41	1	1	++
<i>Aegopodium podagraria</i>	31	1	2	+
<i>Glechoma hederacea</i>	16	1	2	+
<i>Lapsana communis</i>	8	2	2	++
<i>Geranium robertianum</i>	4	1	2	+
<i>Geum urbanum</i>	23	2	3	+
<i>Torilis japonica</i>	12	2	3	++
<i>Lamium maculatum</i>	10	3	3	++
<i>Carduus crispus</i>	10	3	3	+
<i>Calystegia sepium</i>	8	2	3	+
<i>Cruciata laevipes</i>	6	2	3	+
<i>Erigeron annuus</i>	1	1	3	+
<i>Alliaria petiolata</i>	1	1	3	+
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1	2	3	+
<i>Rhysotum aquaticum</i>	3	3	3	+
<i>Mycelis muralis</i>	1	3	3	+
<i>Silene dioica</i>	1	3	3	+
<i>Sambucus ebulus</i>	3	3	4	+
<i>Galeopsis pubescens</i>	2	4	4	+
<i>Viola odorata</i>	2	2	4	+
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	1	3	4	+
<u>Im Gebiet seltene, an Waldrändern vorkommende Arten:</u>				
<i>Verbena officinalis</i>	7	1	5	++
<i>Malva alcea</i>	5	4	5	++
<i>Erysimum odoratum</i>	3	N verbr.	5	+
<i>Danthonia decumbens</i>	3	N zerstr.	5	+
<i>Euphorbia stricta</i>	3	6	5	+
<i>Aconitum napellus</i>	3	3	5	3
<i>Carex ericetorum</i>	2	3	5	3
<i>Viola canina</i>	2	2	5	+
<i>Anchusa officinalis</i>	1	2	5	++
<i>Seseli annuum</i>	1	6	5	3
<i>Cephalanthera damasonium</i>	1	5	5	3
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	1	Nz.verbr.	5	+
<i>Calamintha acinos</i>	1	4	5	++
<i>Cirsium eriophorum</i>	1	N zerstr.	5	2
<i>Gentiana cruciata</i>	1	2	6	2
<i>Chondrilla juncea</i>	1	N selt.	6	3
<i>Nepeta cataracta</i>	1	5	6	3
<i>Allium scorodoprasum</i>	1	6	6	2

Erläuterungen zu den Spalten: 1: Stetigkeit in % der Waldsaumaufnahmen. 2: 1840 nach Angaben von Strehler, 1980 nach eigenen Beobachtungen; N in der Flora von Neuburg (Erdner 1911-1914) erwähnt als verbr. = verbreitet, z.verbr. = ziemlich verbreitet, zerstr. = zerstreut, selt. = selten. 3: Erwähnung in den Roten Listen der BRD (1984) und Bayerns (1974). 4: Vorkommen in anderen Pflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes: Ungenutzte Halbtrockenrasen im Tertiären Hügelland, Ackerraine und Wegränder, Grabenuferfluren. +++ relativ häufig, ++ gelegentlich, + selten.

ne Arten von Halbtrockenrasen und trockenen Ruderalfluren in einigen Waldsäumen erhalten können. Etwa die Hälfte von ihnen steht auf den "Roten Listen" der BRD oder Bayerns (KÜNNE 1974). Sofern ihre ursprünglichen Standorte den Rationalisierungsmaßnahmen der Landnutzung zum Opfer fallen, hätten sie eine gewisse aber sicher nicht sehr große Chance, an Waldrändern zu überleben.

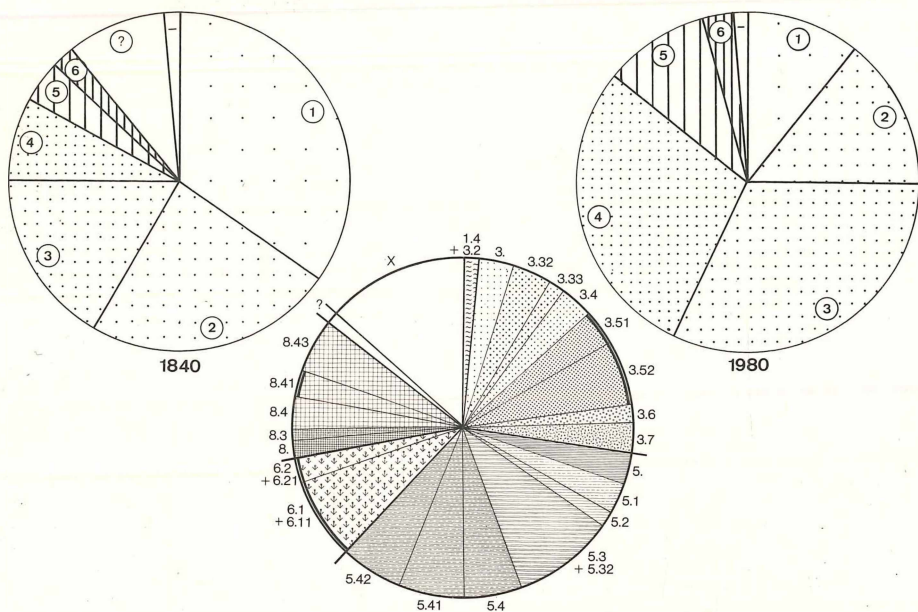


Abb. 6: Pflanzensoziologische Zuordnung der an den Waldsäumen des Untersuchungsgebietes wachsenden Pflanzen sowie ihre frühere und heutige Verbreitungshäufigkeit im Untersuchungsgebiet. Verschlüsselung der Pflanzengesellschaften (n. ELLENBERG 1982):

- 1.4 = Röhrichte und Großseggensümpfe (*Phragmitetatea*)
- 3. = Pflanzen mit weiten Amplituden aus der krautigen Vegetation gestörter Plätze
- 3.2 = Zweizahnfluren (*Bidentetatea*)
- 3.3 2 = Ausdauernde Ruderalgesellschaften (*Onopordetalia*)
- 3.3 3 = Hackfruchtunkrautfluren (*Polygono-Chenopodietalia*)
- 3.4 = Getreideunkrautfluren (*Secalietatea*)
- 3.5 1 = Beifuß- und Klettenfluren (*Artemisietaalia*)
- 3.5 2 = Nährstoffreiche Halbschatten-Staudenfluren (*Convolvuletalia*)
- 3.6 = Quecken-Trockenpionierfluren (*Agropyreteatea*)
- 3.7 = Tritt- und Flutrasen (*Plantagineteatea*)
- 5. = Arten mit weiten Amplituden aus den anthropogenen Heiden und Rasen
- 5.1 = Zwergstrauchheiden (*Nardo-Calluneteatea*)
- 5.2 = Sandrasen (*Sedo-Sclerantheteatea*)
- 5.3 = Kalk-Magerrasen (*Festuco-Brometeatea*)
- 5.3 2 = Kalk-Halbtrockenrasen (*Brometalia erecti*)
- 5.4 = Grünland (*Molinio-Arrhenathereteatea*)
- 5.4 1 = Feuchtwiesen (*Molinietalia*)
- 5.4 2 = Gedüngte Frischwiesen (*Arrhenatheretalia*)
- 6.1 = Heliophile Staudensäume (*Trifolio-Geranieteatea*)
- 6.1 1 = Zickzackklee-Krautsäume (*Trifolion medii*)
- 6.2 = Waldlichtungsfluren (*Epilobieteatea*)
- 8. = Arten mit weiten Amplituden aus Laubwäldern
- 8.3 = Saure Eichenmischwälder (*Quercetea roburi-petraeae*)
- 8.4 = Reiche Laubwälder (*Quercu-Fageteatea*)
- 8.4 1 = Waldmantelgebüsche (*Prunetalia*)
- 8.4 3 = Edellaubmischwälder (*Fageteatea*)

x = Arten ohne Bindung an bestimmte Pflanzengesellschaften Mitteleuropas

Insgesamt ist zwar der Artenreichtum der Waldsäume recht groß, der Anteil an im Gebiet seltenen Pflanzen erreicht jedoch keine hohen Werte. Allgemein erscheinen die Waldsäume trotz ihrer häufig herdigen Artenverteilung ziemlich festgefügte Gesellschaften zu bilden, in die neue Arten bei gleichbleibenden Standortbedingungen nicht leicht von außen eindringen können. Dies gilt jedoch nicht, wenn mechanische Störungen und Nährstoffeintrag hinzukommen. Die Saumgesellschaften an mageren sauren und besonders mageren basenreichen Standorten dürften in allen Teilgebieten sehr empfindlich gegenüber Eutrophierung sein; denn Quecken-Pionierrassen oder nitrophile Ruderalfluren finden sich überall in der Nachbarschaft, so daß durch Samenflug oder vegetative Einwanderung von konkurrenzstarken Pflanzen die anspruchloseren Arten verdrängt werden würden.

Dadurch, daß über den Raum Ingolstadt Floren aus dem vergangenen Jahrhundert (STREHLER 1940/41, ERDNER 1911-1914) mit Angaben zur Verbreitungshäufigkeit der Arten vorliegen, ist es möglich abzuschätzen, in welcher Weise sich die aktuelle Einstufung der heute in Säumen wachsenden Pflanzen seit damals verändert haben könnte. Die sechs Stufen der von STREHLER verwendeten Schätzscala lassen sich etwa mit den Begriffen: gemein (1), häufig (2), verbreitet (3), zerstreut (4), vereinzelt (5) und selten (6) umschreiben.

Der Vergleich zeigt, daß die allermeisten Arten seit 1840 seltener geworden sind und man sie heute um eine oder sogar zwei Stufen geringer einschätzen muß. Die heutigen Saumpflanzen erscheinen somit weniger gemein, häufig oder verbreitet als man sie vor 140 Jahren eingestuft hätte (Abb. 6). Allerdings fehlen in STREHLERS Flora eine Reihe von Arten (Kategorie (?) bei Kreisdiagramm 1840), für die deshalb auch keine Vergleichsstufe vorliegt. Dieser Gruppe dürften eher damals seltene als häufige Arten angehört haben, wodurch die Unterschiede größer erscheinen könnten als sie in Wahrheit sind, aber die Tendenz bliebe sicher erhalten. Die gleiche Veränderung hatte sich auch schon sehr deutlich bei den Arten der Grabenuferfluren und Feuchtgebiete gezeigt (RUTHSATZ 1983). Jedoch ist damit keine Aussage zur wirklichen Artenzusammensetzung der Waldsäume von 1840 gemacht.

Wie aus alten Karten (Tab. 7) hervorgeht, haben die größeren Waldstücke wie das Mantlerholz und die Auenwälder schon damals etwa die gleichen Flächen eingenommen wie heute. Sie dürften jedoch meist noch als Weidewälder gedient haben und entsprechend lichter gewesen sein. Viele der damaligen Laubwälder sind inzwischen in Fichtenforste umgewandelt worden. Im Tertiär-Hügelland sind einige der heutigen Kiefern- und Fichtenforste damals als Heiden oder Ödland eingezeichnet, andere scheinen schon länger Wald getragen zu haben. Mit großer Wahrscheinlichkeit hatten die Waldränder damals verstärkt den Charakter von

Tab. 7: Gehölzbestände in den Gemeinden Freinhausen und Adelshausen nach Katasterkarten (1:5000) von 1810, 1860 und 1977.

Angaben in ha und % der Gemeindefläche

Freinhausen:

Gehölzart	1810		1860		1977	
	ha	%	ha	%	ha	%
Nadelwald	71,9	9	96,9	12	105,5	13
Laubwald	0,4	<1	0,1	<1	0,8	<1
Mischwald	8,2	1	1,9	<1	2,7	<1
Gebüsch	1,3	<1	2,3	<1	1,9	<1
Ödland, Hutung, Heide u.ä.	3,8	<1	48,8	6	13,6	1,5

Adelshausen:

Gehölzart	1810		1860		1977	
	ha	%	ha	%	ha	%
Nadelwald	44,0	4	68,6	6	95,8	9
Laubwald	13,8	1	-	-	1,0	<1
Mischwald	50,2	5	1,8	<1	3,8	<1
Gebüsch	3,0	<1	1,1	<1	-	-
Ödland, Hutung, Heide u.ä.	6,6	<1	30,3	3	3,5	<1

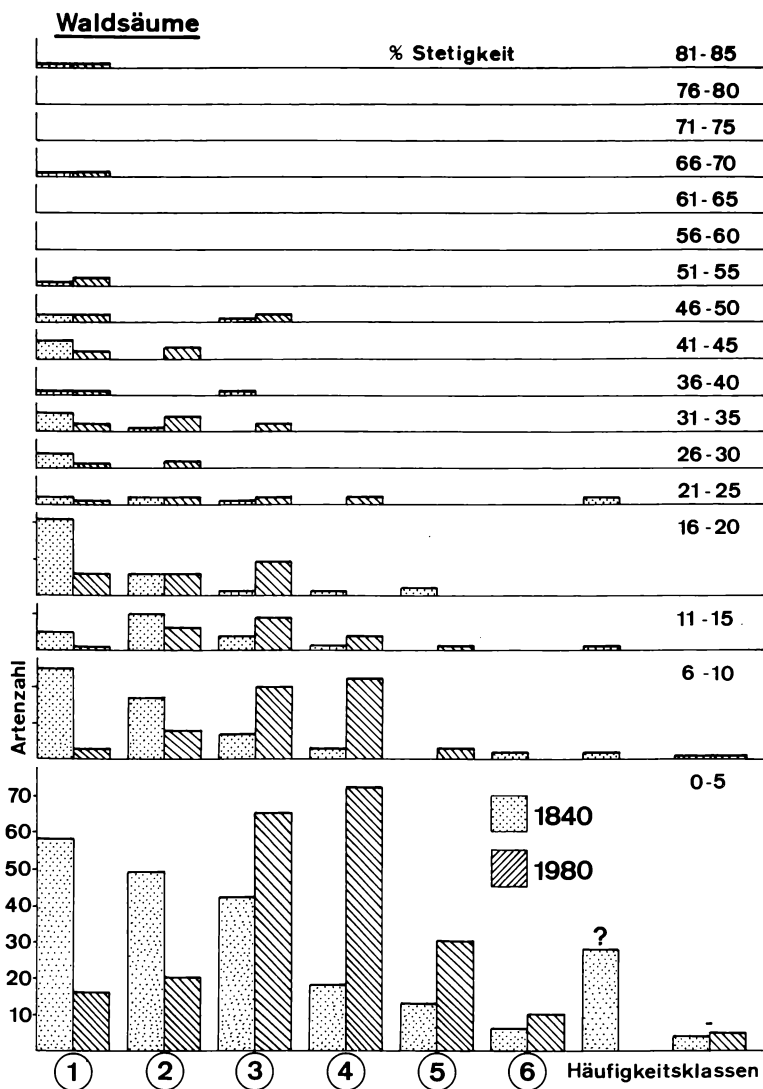


Abb. 7: Verteilung der in den Waldsäumen beobachteten Arten nach ihrer Stetigkeit in den aufgenommenen Pflanzenbeständen sowie ihrer Häufigkeit im Untersuchungsgebiet 1840 und 1980.
Verschlüsselung der Häufigkeitsklassen: 1 = gemein, 2 = häufig, 3 = verbreitet, 4 = zerstreut, 5 = vereinzelt, 6 = selten.

Magerrasen und Heiden, weil die Übergänge zwischen Wald und angrenzender landwirtschaftlicher Nutzung weniger scharf gewesen sein dürften. Daß gerade die Arten dieser Gesellschaften heute seltener vorkommen als damals, hängt jedoch weniger mit Standortveränderungen an den Waldrändern zusammen als vielmehr mit der "Intensivierung" der Landwirtschaft und dem Rückgang früher extensiv genutzter Flächen im allgemeinen (SUKOPP et al. 1978). Auffällig ist, daß in beiden Gemeinden für 1860 größere Flächen den Ödländereien zugeordnet wurden als 1810. Ob diese Differenzen auf Interpretationsunterschieden oder einer wirklichen Änderung der Nutzung von nassen Wiesen, mageren Äckern und lichten Wäldern beruhte, konnte leider nicht geklärt werden.

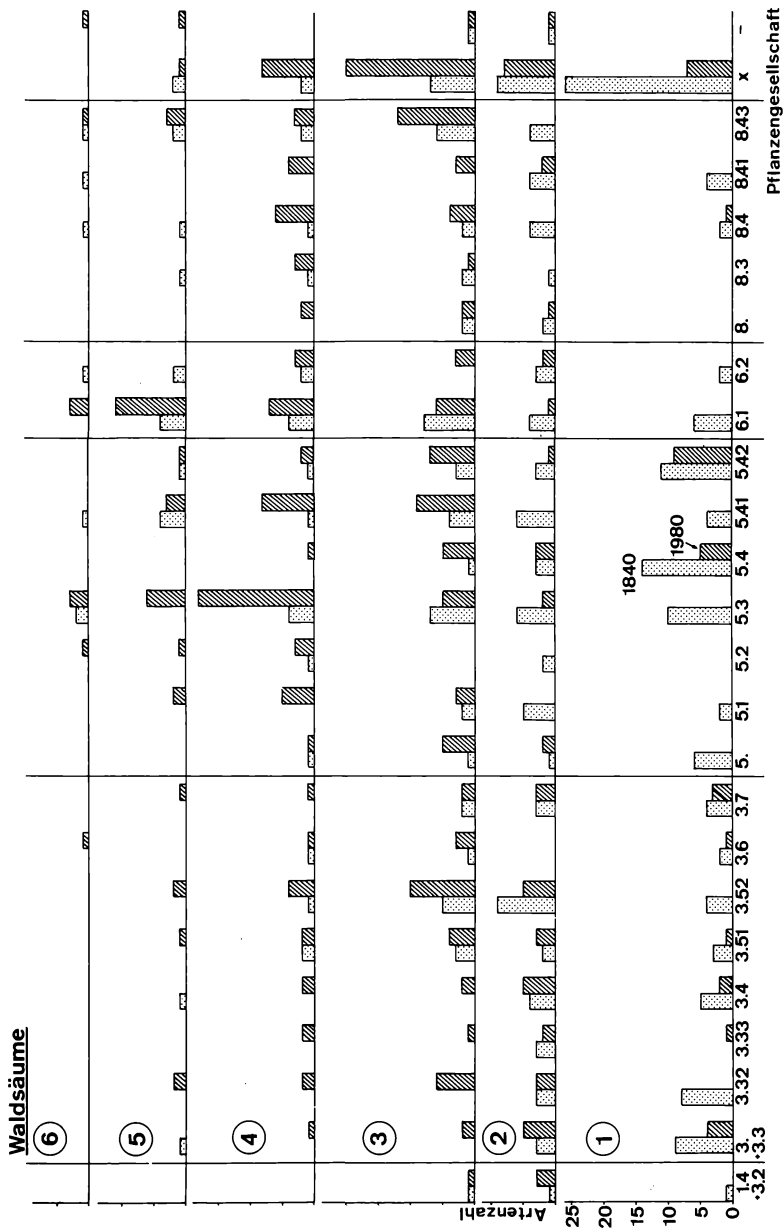


Abb. 8: Pflanzensoziologische Zuordnung der in den Waldsäumen beobachteten Arten, untergliedert nach ihrer 1840 bzw. 1980 eingeschätzten Häufigkeit im Untersuchungsgebiet.
Verschlüsselung der Pflanzengesellschaften s. Abb. 6.
Verschlüsselung der Häufigkeitsklassen s. Abb. 7

Möchte man neben dem Auftreten oder Fehlen einer Art auch die Häufigkeit berücksichtigen, mit der sie an Waldsäumen zu finden ist, so kann die Stetigkeit, mit der sie in den 105 pflanzensoziologischen Aufnahmen erscheint, darauf einen Hinweis geben (Abb. 7). Arten mit mehr als 20% Stetigkeit gibt es nur wenige in den Säumen, mehr als die Hälfte gehören sogar zur Stetigkeitsgruppe 0-5%. Daran wird die große Vielfalt der Waldsaumgesellschaften im Untersuchungsgebiet deutlich.

In der Regel sind in den niedrigen Stetigkeitsgruppen heute die meisten Arten "verbreitet" (3) und "zerstreut" (4). Mit zunehmender Stetigkeit verschiebt sich die Einstufung zu den "häufigen" (2) Arten hin. Aus dem Blickwinkel von 1840 müßte man die heutige Flora der Waldsäume ganz anders einschätzen. In allen Stetigkeitsgruppen wären aus damaliger Sicht die "gemeinen" (1) Arten mit dem größten Anteil vertreten. Die Abnahme zu den "seltenen" (6) Arten hin ist kontinuierlich, ganz im Gegensatz zur heutigen Beurteilung der Flora. Demnach dürfte man unsere Waldsäume wirklich als schützenswerte Standorte einschätzen, die im Gebiet seltener gewordenen Arten noch einen Überlebensraum bieten können. Ähnliches hatte sich auch über die Ränder der Entwässerungsgräben in den Wiesengebieten aussagen lassen (RUTHSATZ 1983).

Welche Artengruppen sind es nun, die seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts im Untersuchungsgebiet seltener geworden sind? Davon ist die Mehrzahl der Arten fast aller beteiligten Pflanzengesellschaften betroffen (Abb. 8). Einzelne Arten, die seitdem zugenommen zu haben scheinen oder neu hinzugekommen sind, fallen bei dieser Zusammenstellung nicht ins Gewicht. Besonders auffällig ist der Rückgang der Häufigkeit bei der typischen Waldsaumflora (*Trifolio-Geranietea* 6.1), bei den Magerrasen- (*Festuco-Brometea* 5.3, *Nardo-Callunetea* 5.1) und Feuchtwiesen (*Molinietalia* 5.4 1), aber auch das gedüngte Grünland (*Arrhenatheretalia* 5.4 2) ist davon betroffen. Unter der "Krautigen Vegetation oft gestörte Plätze" (ELLENBERG 1982) sind es Arten der Halbschatten-Krautfluren (*Convolvuletalia* 3.5 2) und der ausdauernden Ruderalfluren (*Onopordieta* 3.3 2), die besonders deutlich in ihrer Verbreitung eingeschränkt wurden. Selbst in den Waldmänteln (*Prunetalia* 5.4 1) und Edellaub-Mischwäldern (*Fagetalia* 5.4 3) sind davon im Untersuchungsgebiet einige Arten betroffen. Dies trifft jedoch eher für das Tertiär-Hügelland mit seinen vielen Nadelforsten als für die Laubwälder der Donauwiesen zu.

Im großen und ganzen können Waldsäume nicht allzu vielen seltenen und eventuell bedrohten Pflanzenarten das Überleben in unserer Kulturlandschaft ermöglichen. Auf keinen Fall sind sie sichere Ersatzstandorte für seltene Magerrasenarten, weil das schmale Band des Waldsaumes zu rasch durch mechanische oder chemische Eingriffe von außen gestört werden kann, es sei denn, die Nutzer der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen nähmen Rücksicht darauf und träfen besondere Vorkehrungen.

5. Möglichkeiten zur Erhaltung artenreicher, Naturraum-typischer Saumgesellschaften

Wie bei allen linearen Kleinstrukturen in der Kulturlandschaft ist der Einfluß von außen auf die Vegetationsdecke und ihre Standortbedingungen recht groß und vielfältig. Für Saumgesellschaften sind folgende Eingriffe besonders nachteilig:

- Herausschlagen des Gehölzmantels
- mechanische Verletzung der Pflanzendecke während der Hauptvegetationsperiode durch Mahd, Betreten, Befahren usw.
- Ablagerung von Schutt, Lesesteinen und Ernterückständen im Saumbereich
- Eintrag von Düngemitteln und Herbiziden
- Beschattung durch hochwüchsige Kulturpflanzen (z.B. Mais).

Fehlen diese negativ wirkenden Faktoren, so scheinen die Saumgesellschaften an unseren Waldrändern ziemlich festgefügte Vegetationsdecken zu bilden, in denen Ackerwildkräuter und kurzlebige Ruderalpflanzen kaum Fußfassen können. Je nach den ursprünglichen Nährstoff- und Wasserverhältnissen ist für sie ein gewisser Anteil an Arten der Heiden, Halbtrockenrasen, Wiesen, nitrophilen Staudenfluren und mesophiler Waldkrautflora typisch. Auch die kleinräumig wechselnden Dominanzverhältnisse müssen kein Anzeichen für den Beginn grundsätzlicher Veränderungen sein, es sei denn, es handelt sich um Vertreter ökologisch sehr unterschiedlicher Gruppen. Saumgesellschaften scheinen sich auf ein bis höchstens eineinhalb Meter breiten Bändern normal entwickeln zu können, wenn die Nutzung der Vorflächen keine störenden Nebenwirkungen für sie mit sich bringt. Dies ist jedoch bei intensiver Grünland- und Ackerwirtschaft meist der Fall, könnte aber durch einen schmalen Streifen ungenutzten Grün-

landes abgefangen werden, der auch nur ein bis zwei Meter breit zu sein braucht.

Waldsaumgesellschaften sind mit Ausnahme von Extremstandorten anthropogen geprägte Dauergesellschaften und an gelegentliche Störungen angepaßt, ja sogar auf sie angewiesen. Folgende Maßnahmen und Vorkehrungen würden zu ihrem Schutz daher ausreichen:

- Erhaltung der Gehölzmäntel bei gelegentlichem Zurückschneiden von Ästen und Wurzelbrut
- Schutz der Saumpflanzen vor mechanischer Beschädigung durch bewußte Rücksichtnahme
- Anlage oder Belassen eines ungenutzten Grünlandstreifens von 1-2 m Breite als Schutz vor starkem Dünger- oder Herbizideintrag bzw. Beschattung durch hochwüchsige Kulturpflanzen
- keine Lagerung von Abfällen jeder Art an Waldrändern.

Ähnlich wie bei Heiden und Halbtrockenrasen dürfte es nicht leicht sein und längere Zeit in Anspruch nehmen, einmal stark eutrophierte oder mechanisch zerstörte Saumstandorte so zu pflegen, daß sich dort wieder Pflanzengesellschaften einstellen wie sie ursprünglich einmal vorgeherrscht haben. Da typische Saumgesellschaften keineswegs Rohbodenbesiedler sind, dürfte das Abtragen des mit Nährstoffen angereicherten Bodens zumindest erst nach ruderalen Zwischenstadien die Ansiedlung von Saumpflanzen ermöglichen. Neu angelegte Flurgehölze und Hecken haben bisher nur in seltenen Fällen eine artenreiche Saumflora. Die Pflege und der bewußte Schutz der noch vorhandenen typischen Waldsäume ist mit Sicherheit der erfolgversprechendere Weg zur Erhaltung der hier heimischen Flora.

Danksagung: Den Mitarbeitern, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich hiermit herzlich danken: Frau U. FISEL hat die Geländearbeiten gemeinsam mit mir durchgeführt, Frau B. UNGER erarbeitete mit großer Sorgfalt den Vergleich der Katasterkarten der Gemeinden Freinhausen und Adelshausen, Frau T. KEHL fertigte die Zeichnungen an und Frau H. DREIZEHNTER erledigte mit Geduld die langwierigen Schreibarbeiten. Herrn Prof. Dr. H. DIERSCHKE verdanke ich die kritische Durchsicht des Manuskriptes und bin gerne seinen Ratschlägen zur klareren Fassung der pflanzensoziologischen Einheiten gefolgt.

SCHRIFTEN

- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Naturschutz Aktuell Nr. 1, 4. Aufl. Greven.
- DIERSCHKE, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. - Scripta Geobot. 6. Göttingen. 246 S.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobot. 9. Göttingen. 122 S.
- (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. Aufl. - Stuttgart. 989 S.
- ERDNER, E. (1911/1913/1914): Flora von Neuburg a.d.D. - Ber. Naturw. Ver. Schwaben u. Neuburg: 39, 40, 41. Augsburg.
- GABEL, G. (1981): Der Gerolfinger Eichenwald - Die Bedeutung einer alten Kulturlandschaft für Naturschutz und Landschaftspflege. - Diplomarbeit TU München, Weißenstephan.
- HAASE, R. (1980): Kleingehölze im Tertiären Hügelland zwischen Donaumoos und Paar in ihrer floristischen und faunistischen Ausstattung. - Diplomarbeit TU München, Weißenstephan.
- HIEMEYER, F. (1978): Flora von Augsburg. - Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben e.V. Sonderband. Augsburg. 332 S.
- HILBIG, W., HEINRICH, W., NIEMANN, E. (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. IV. Die nitrophilen Saumgesellschaften. - Hercynia N.F. 9(3): 229-270. Leipzig.
- , KNAPP, H.D., REICHHOFF, L. (1982): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. XIV. Die thermophilen, mesophilen und acidophilen Saumgesellschaften. - Hercynia N.F. 19(2): 212-248. Leipzig.
- KRATOCHWIL, A. (1983): Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten eines versaumten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl. - Beih. Veröff. Naturschutz Landespf. Baden-Württ. 34: 57-108.
- KÜNNE, H. (1974): Rote Liste der bedrohten Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. - Schriftenr. Naturschutz u. Landschaftspf. 4: 1-44.

Anhang 1: Ortsangaben zu den Aufnahmen der Tab. 2: Waldsäume im Tertär-Hügelland (Aufn.-Nr., Datum, nächste Siedlung, Flurname, Grundkarte).

1	13.7.79	Adelshausen, "Mitterfeld", NW 25-5
2	19.7.79	Starkertschhofen, "Holzfeld", NW 25-5
3	13.7.79	Aschelsried, "Dachberg", NW 25-6
4	12.7.79	Adelshausen, "Grubenfeld", NW 24-6
5	12.7.79	Adelshausen, "Straß", NW 25-5
6	13.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
7	27.7.79	Steinertskirchen, "Glenkholz", NW 24-6
8	19.6.79	Aschelsried, "Hochsträß", NW 25-5
9	24.8.79	Deimhausen, "Hohenrieder Feld", NW 24-6
10	24.8.79	Deimhausen, "Hohenrieder Feld", NW 24-6
11	19.7.79	Starkertschhofen, "Hofnieder Hölzel", NW 25-4
12	25.6.80	Freinhausen, "Adelshauser Berg", NW 24-5
13	15.6.80	Freinhausen, "Hohsteig", NW 24-5
14	12.7.79	Adelshausen, "Straß", NW 25-5
15	12.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
16	27.7.79	Freinhausen, "Buchsberg", NW 25-6
17	27.7.79	Deimhausen, "Hohenrieder Feld", NW 24-6
18	27.7.79	Freinhausen, "Am Windsberg", NW 24-5
19	13.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
20	30.7.81	Adelshausen, "Leitersberg", NW 24-5
21	19.7.79	Adelshausen, "Zellfeld", NW 25-6
22	24.8.79	Deimhausen, "Hohenrieder Feld", NW 24-6
23	24.8.79	Freinhausen, "Zachergrund", NW 24-5
24	30.7.81	Freinhausen, "Hohsteig", NW 24-5
25	13.7.79	Adelshausen, "Dachberg", NW 25-5
26	13.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
27	30.7.81	Freinhausen, "Hohsteig", NW 24-5
28	30.7.81	Freinhausen, "Hohsteig", NW 24-5
29	19.7.79	Aschelsried, "Am Katzenbickl", NW 25-5
30	28.6.79	Winden, "Muckenhard", NW 27-6
31	13.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
32	19.7.79	Adelshausen, "Bollen", NW 26-6
33	24.8.79	Deimhausen, "Steinerskirchner Weg", NW 24-6
34	19.7.79	Adelshausen, "Zellfeld", NW 25-6
35	12.7.79	Adelshausen, "Freinhauser Berg", NW 25-6
36	13.7.79	Adelshausen, "Gnan", NW 25-6
37	30.7.81	Freinhausen, "Ehefeld", NW 24-5
38	12.7.79	Adelshausen, "Grubenfeld", NW 25-6
39	13.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
40	19.6.79	Aschelsried, "Hochsträß", NW 25-5
41	27.7.79	Pönnbach, "Scherrerspitze", NW 24-4
42	24.8.79	Deimhausen, "Hohenrieder Feld", NW 24-6
43	27.7.79	Freinhausen, "Auf dem Grasweg", NW 24-5
44	27.7.79	Freinhausen, "Kampffeld", NW 24-5
45	30.7.81	Freinhausen, "Heukrippen", NW 24-5
46	27.7.79	Pönnbach, "Scherrerspitze", NW 24-4
47	27.7.79	Steinerskirchen, "Leitersberg", NW 24-6
48	19.7.79	Adelshausen, "Zellfeld", NW 25-5
49	13.7.79	Adelshausen, "Gnan", NW 25-6
50	12.7.79	Adelshausen, "Buchberg", NW 25-6
51	19.7.79	Aschelsried, "Zellfeld", NW 25-6
52	13.7.79	Adelshausen, "Hochsträß", NW 25-5
53	27.7.79	Steinerskirchen, "Glenkholz", NW 24-6
54	30.7.81	Steinerskirchen, "Leitersberg", NW 24-6
55	27.7.79	Steinerskirchen, "Glenkholz", NW 24-6
56	13.7.79	Adelshausen, "Gnan", NW 25-6
57	19.7.79	Aschelsried, "Anger", NW 25-5
58	19.7.79	Aschelsried, "Am Katzenbickl", NW 25-5
59	13.7.79	Adelshausen, "Gnan", NW 25-6

Anhang 2: Ortsangaben zu den Aufnahmen der Tab.4: Waldsäume im Bereich der Donauerrassen und Donauue (Aufn.-Nr., Datum, nächste Siedlung, Flurname, Grundkarte)

1	28.6.79	Bofzheim, "Muckenhard", NW 27-7
2	28.6.79	Bofzheim, " ", NW 27-7
3	28.6.79	Bofzheim, " ", NW 27-7
4	28.6.79	Bofzheim, " ", NW 27-7
5	28.6.79	Winden, "Mandlert", NW 27-7
6	14.6.79	Hagau, "Fuchsbogen", NW 27-7
7	28.6.79	Winden, "Mallertschofer Hölzl", NW 27-7
8	28.6.79	Bofzheim, "Muckenhard", NW 27-7
9	28.6.79	Winden, "Mallertschofer Hölzl", NW 27-7
10	28.6.79	Winden, "Mandlert", NW 27-7
11	14.6.79	Hagau, am "Hachengraben", NW 27-7
12	21.6.79	Zuchering, "Stangletten", NW 29-7
13	21.6.79	Hagau, "Unteranger", NW 29-7
14	5.7.79	Gerolfing, "Schleiferschütt", NW 29-7
15	28.6.79	Winden, "Mallertschofer Hölzl", NW 27-7
16	28.6.79	Winden, "Mallertschofer Hölzl", NW 27-7
17	14.6.79	Hagau, am "Hachengraben", NW 28-7
18	14.6.79	Hagau, westl. "Hachengraben", NW 28-7
19	21.6.79	Zuchering, "Stangletten", NW 29-7
20	14.6.79	Hagau, am "Hachengraben", NW 28-7
21	28.6.79	Winden, "Mandlert", NW 27-7
22	21.6.79	Rosenschwalg, "Oberanger", NW 29-7
23	21.6.79	Winden, "Glandfeld", NW 27-6
24	21.6.79	Rosenschwalg, "Stangletten", NW 29-7
25	21.6.79	Rosenschwalg, "Buschletten", NW 29-6
26	21.6.79	Rosenschwalg, "Unteranger", NW 29-7
27	14.6.79	Winden, "Kirchensteigfeld", NW 27-6
28	14.6.79	Hagau, westl. "Hachengraben", NW 28-7
29	21.6.79	Rosenschwalg, "Unteranger", NW 29-7
30	5.7.79	Gerolfing, "Oberes Hopfenwehl", NW 29-7
31	21.6.79	Rosenschwalg, "Schusterletten", NW 29-8
32	21.6.79	Rosenschwalg, "Schusterletten", NW 29-8
33	5.7.79	Gerolfing, "Durrfeld", NW 29-7
34	5.7.79	Gerolfing, "Durrfeld", NW 29-7
35	21.6.79	Zuchering, "Stangletten", NW 29-7
36	5.7.79	Gerolfing, "Durrensee", NW 29-7
37	5.7.79	Gerolfing, "Schleiferschütt", NW 29-7
38	5.7.79	Gerolfing, "Durrensee", NW 29-7
39	14.6.79	Lichtenau, "Mantlerholz", NW 27-7
40	5.7.79	Gerolfing, "Durrensee", NW 29-7
41	21.6.79	Hagau, an der Sandrach, NW 28-7
42	19.7.79	Walding, "Krautgarten", NW 25-4

- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II. Klasse: Trifolio-Geranietea: 249-298. Stuttgart.
- (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. Klasse: Artemisietea vulgaris: 135-261. Stuttgart.
- RODI, D. (1972): Feuchte Eichen-Hainbuchenwälder der Donau Niederterrasse zwischen Neuburg und Ingolstadt und der Ilm-Niederterrasse bei Geisenfeld und ihre Ersatzgesellschaften. - Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 27: 67-86. Augsburg.
- (1975): Die Vegetation des nordwestlichen Tertiär-Hügellandes (Oberbayern). - Schriftenr. f. Vegetationskd. 8: 21-78. Bonn-Bad Godesberg.
- (1974): Trockenrasengesellschaften des nordwestlichen Tertiärhügellandes. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 151-172. München.
- RUTHSATZ, B. (1983): Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz- und Zeigerwert. Teil I. Hochstaudenfluren an Entwässerungsgräben. - Tuexenia 3: 365-388. Göttingen.
- , HABER, W. (1981): The significance of small-scale landscape elements in rural areas as refuges for endangered plant species. - Proc. Int. Congr. Neth. Soc. Landscape Ecol., Veldhoven 1981: 117-124. Wageningen.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Weidfeld-Vegetation im Schwarzwald: Geschichte der Nutzungsgesellschaften und ihre Komplexe - Bewertung für den Naturschutz. - Urbs et Regio 18. GHK Kassel. 212 S.
- SEIBERT, P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000 mit Erläuterungen. - Schriftenr. f. Vegetationskd. 3. Bad Godesberg. 84 S.
- (1971): Pflanzensoziologisches Gutachten über die Donau-Auen des Wittelsbacher Ausgleichsfonds. - Manuskript, unveröff..
- STREHLER, L.T. (1840/41): Übersicht der um Ingolstadt wildwachsenden phanerogamischen Pflanzen. - Programm der Landwirtschafts- und Gewerbeschule zu Ingolstadt für 1840/41.
- SUKOPP, H., TRAUTMANN, W., KORNECK, D. (1978): Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. - Schriftenr. f. Vegetationskd. 12. Bonn-Bad Godesberg. 138 S.
- WILMANN, O. (1980): Zur Bedeutung von Saum- und Mantelgesellschaften für Schlupfwespen. - In: WILMANN, O., TÜXEN, R. (Red.): Epharmonie. - Ber. Internat. Sympos. IVV. Rinteln 1979: 329-351. Vaduz.
- WITTMANN, O., HOFMANN, B. (1981): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern. 1:25 000 Hallertau. Blatt Nr. 7334 Reichertshofen: Boden und Standort. Hrsg. Bayer. Geol. Landesamt. München. 199 S.

Anschrift der Verfasserin:

Prof.Dr. Barbara Ruthsatz
 Fachbereich III der Universität
 Postfach 3825
 D - 5500 Trier

Tab. 4: Waldsäume der Donau-Niederterrasse und der Donau-Aue. Teil 1: Waldrand und Mantel

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
Naturraum	TM	TM	TM	TM	TM	A	TM	TM	TM	T	A	A	A	A	TM	TM	A	A	A	A	T	A	T	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	M	
Nutzung der Vorfläche	G	G	G	G	G	WA	WG	G	WG	G	G	W	W	A	WA	WA	G	A	A	W	G	G	G	W	WG	A	G	WA	A	WG	A	G	G	G	G	W	WG	WA	G	WG	W	WA	G	
Dichte des Mantels	-	-	-	+	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	
Exposition d. Gehölzrandes	W	W	W	W	S	SW	0	SW	0	0	S	SO	S	NW	S	S	N	N	SO	S	0	W	S	S	0	SW	N	N	W	N	S	S	N	NO	SO	S	N	0	N	S	SO	S		
Neigung der Saumfläche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Länge d. Aufnahmefläche (m)	10	15	20	20	30	20	20	30	25	25	18	20	10	20	20	30	18	10	30	15	25	30	30	20	20	20	30	15	20	20	20	20	25	20	30	20	30	20	40	20	30	10		
Breite des Krautsaumes (m)	15	30	20	20	10	15	15	10	15	25	05	10	10	10	10	20	10	10	15	10	20	15	05	15	15	10	10	09	10	07	10	10	09	10	10	10	05	20	15	20	15	20		
Ø Wuchshöhe des Saumes (cm)	40	50	60	50	50	35	50	60	60	65	55	60	60	50	60	60	50	50	60	60	95	120	40	90	90	80	70	65	70	50	90	80	50	60	50	40	50	60	100	80	100	120		
Ø Deckung des Saumes (%)	60	90	95	95	85	89	95	80	100	90	95	90	85	95	95	90	85	95	90	90	90	100	80	100	95	90	90	90	95	95	90	90	90	95	85	90	95	100	95	100	100	100		
Waldrand-Baumartenzahl	4	3	2	4	3	2	2	2	1	2	-	4	2	3	3	2	-	4	2	2	4	3	4	1	3	3	5	2	1	3	5	2	1	3	2	2	1	2	2	2	5			
Mantel-Gehölzartenzahl	4	6	1	8	9	6	7	11	8	7	9	7	8	11	6	5	8	8	9	4	7	3	6	5	7	5	6	5	5	10	5	11	5	9	12	8	9	8	7	9	1	3		
Saumpflanzenzahl	43	35	47	39	50	51	49	32	40	53	42	39	25	33	26	33	25	19	33	21	34	37	30	27	29	21	21	11	30	25	31	31	25	19	33	24	22	24	28	23	25	24		
Nadelbäume der Waldränder:																																												
Pinus sylvestris	2b	1	1	2b		2b		1		(1)		1			5	2a					(1)	3																				+	31	
Picea abies	2a			1																																							2b	7
Laubbäume der Waldränder:																																												
Quercus robur	2a	3	3	2a	1	1	3	5	2b			4	1	2a	2a	5		r	3		2a					1	1	1		4				5		(+)	3						57	
Ulmus minor					5							1	3	2a				2a	3	3	2b	1	5	2b		4	4	1	3		1	5	3	4	1	4	1	3		4				57
Fraxinus excelsior												1						4	1			(1)	(1)	1	5		2a			3	1			1	2a	2a	(+)	1	+				38	
Carpinus betulus				1		1				3										1	4		1				2a					1											19	
Betula pendula	1	+													+																											2a	9	
Acer campestre														2a				2b								2a	4																	9
Populus tremula				2a																	2a									3													7	
Acer pseudoplatanus																								2b								2b	+										7	
Salix alba																								2a																			5	
Tilia cordata																						1																					2	
Populus spec.																																											2	
Prunus padus																																											2	
Salix spec.																																											2	
Salix fragilis																																											2	
Sorbus aucuparia																																											1	2
Mantelgehölze mit Schwerpunkt im Tertiärhügelland:																																												
Frangula alnus	1			1			1	2a							1																													12
Picea abies									+																																		2a	5
Rubus idaeus																		1																									5	
Mantelgehölze mit Schwerpunkt an Niederterrassen- und Auenstandorten:																																												
Cornus sanguinea				2b		2b			+	2b	4	1	2a			2a		1	2b			2a		1	1	2a		4	2a	2a	+		2a	2a		1	1	+					55	
Ulmus minor				1								1	3	+				2a	+		+	+	2a	4	2a	2b	3		2a	2a	+	2a	2b	2a	2b	1	2a		2b				57	
Ligustrum vulgare				3	1	2a	2b			1	+	2a	1	3	3			+	2a		1		1						2a			+		1	1	1		+				48		
Crataegus monogyna		+		2a	1	1	1	1	+	1			1	2a	2b			1	1	3	1		1				r							+								43		
Lonicera xylosteum				+			1	2a	1		+	1			1			+	2a		1						2a			+				1	1		1	+	2a				40	
Corylus avellana		+		2a			2a	1					1										2a			2a		2a		2a				1	2a		3					28		
Acer campestre												+										r			1	2b			1		+			1		1		1				26		
Viburnum lantana				+			1				1		1		1			+	1	2a									1		+						1		1			24		
Prunus padus								+															2a	2a							1	1	2a	3	+			1		1		24		
Fraxinus excelsior																		3				+		1			1		2a	2a				+		1						21		
Clematis vitalba												1	2a					2b						1												2b						14		
Gehölze der Mantelgebüsche:																																												
Prunus spinosa		1		+	2b	4	2a	3		1	2a		2a	2a	3	1	2a	1		2a				1	2b				+		1		2a	2a		3	1						55	
Sambucus nigra		+									2a	2a				2a	2a			1	1			2a					+			1	1	+	+		1	1	2a		2a		40	
Rhamnus cathartica				1		1		1								1		1												1		+	1		+			1	1			26		
Crataegus laevigata		1		2a		1	1	1			+												2a													(+)						21		
Quercus robur	1			1					1		2a					1	2b		1																1							19		
Rubus fruticosus				1	1		1			1			1		1					2a																						17		
Euonymus europaeus														1				1						1									+		+		1			1		17		
Rosa cf. canina					1		+								2a	+													1						+							14		
Humulus lupulus																																		1	+	2a	1	+		1		14		
Berberis vulgaris		1			1						1								+																							9		
Carpinus betulus								2a		1																		2a																

Erläuterungen: Naturräume: A = Donau-Aue, M = Donau Moos, T = Donau-Niederterrasse, TM = Übergangsbereich zwischen Niederterrasse und Donau-Moos. Nutzung der Vorfläche: A = Acker, G = Grünland, W = befestigter Weg, WA = unbefestigter Weg mit angrenzendem Acker.

WG = unbefestigter Weg mit angrenzendem Grünland. Dichte des Mantels: - = weitgehend fehlend, + = sehr offen, ++ = meist dicht geschlossen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [NS_4](#)

Autor(en)/Author(s): Ruthsatz Barbara

Artikel/Article: [Kleinstrukturen im Raum Ingolstadt: Schutz- und Zeigerwert. Teil II: Waldsäume 227-249](#)