

Die Vegetation an Autobahnen und Straßen in Südhessen

– Andreas Nagler, Wolfgang Schmidt und Tillmann Stottele –

Zusammenfassung

Im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Straßenbau wurde in der Autobahnmeisterei (AM) Darmstadt und in der Straßenmeisterei (SM) Pfungstadt in Südhessen die Straßenrandvegetation untersucht. Die AM Darmstadt besitzt mit den Autobahnen A5 und A67 zwei unterschiedlich alte Trassen, die im flachen Gelände der wärmebegünstigten Oberrheinischen Tiefebene verlaufen. Die SM Pfungstadt bietet ein standörtlich sehr vielfältiges Straßennetz, das vom Rhein bis in den Odenwald reicht.

Die verschiedenen naturräumlichen Gegebenheiten spiegeln sich am deutlichsten in der gehölzfreien Böschungsvegetation wider. Auf den Sandböden der Rheinebene herrschen *Festuca rubra*-Straßenböschungen in der *Oenothera biennis*-Variante vor, im Neckarried mit seinen frischen Lehmböden dagegen *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen. Im Odenwald wird die Vegetation der überwiegend schmalen Straßen stärker durch die angrenzende Nutzung geprägt. Neben typischen *Festuca rubra*-Straßenböschungen fällt hier vor allem die *Heracleum sphondylium*-Variante der *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen auf. Eine entsprechende naturräumliche Gliederung ergab sich auch bei den Banketten und den straßenbegleitenden Gehölzen.

Botanisch wertvolle Bereiche sind nur in den straßenfernen Anschlußstellen, in den Inseln der Autobahnkreuze und an den Oberböschungen tiefer Einschnitte zu finden. Besonders hervorzuheben sind die Sandtrockenrasen auf kalkreichen Böden mit zahlreichen gefährdeten Arten im Bereich des Darmstädter Kreuzes.

Im Bereich der AM Darmstadt (52 km) wurden 391 Gefäßpflanzenarten, im Bereich der SM Pfungstadt (250 km) 430 Arten gefunden. Wesentlicher Grund für diese auf den ersten Blick sehr artenreichen Straßennetze ist ihre naturräumliche Lage in einer vielfältigen Kulturlandschaft. Der nähere Analyse der Artenzahlen zeigt dabei, daß in der Straßenbegleitflora überwiegend weit verbreitete, kaum bedrohte Arten zu finden sind.

Abschließend werden Empfehlungen für eine standörtlich differenzierte Pflege der vorhandenen Straßenböschungen gegeben.

Abstract

By order of the Hessian road-building administration, roadside vegetation was studied in the highway district (AM) of Darmstadt and the road district (SM) of Pfungstadt in southern Hesse. The AM Darmstadt consists of two different-aged highways (A5, A67), which cross the warm-climate upper Rhine flood-plain. The SM Pfungstadt offers a very diversified road system which extends from the Rhine valley up to the Odenwald mountains.

The different natural habitat conditions are reflected most clearly by the roadside slope vegetation without any woody plants. The *Oenothera biennis*-variant of the *Festuca rubra* roadside slope community dominates on sandy soils of the Rhine plain, while on fresh loamy soils of the former Neckar river bed the *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius* roadside slope community is the most common. In the Odenwald mountains the slope vegetation along the existing small roads is strongly influenced by the adjacent land use. Besides typical *Festuca rubra* roadside slope communities the *Heracleum sphondylium* variant of the *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius* community is rather conspicuous in this montane area. A rather similar landscape arrangement was also noticed for the vegetation on road shoulders and for the shrub and tree communities along the road verges.

The botanically most valuable habitats are situated far from the roadway on huge highway junctions, within crossing islands and on the upper parts of steep slopes. Especially dry grasslands on calcareous sand dunes crossed by the highways near Darmstadt contain many endangered plant species.

Along the highways of the AM Darmstadt 391 higher plant species were counted, while along the roads of the SM Pfungstadt (250 km) 430 plant species were recorded. The main reason for this high plant diversity is the great variety of site conditions within a varied landscape strongly influenced by man. Detailed analysis of the species numbers showed that most of the plant species are rather common. Endangered species are rather rare on roadsides.

Finally, recommendations for the management of the existing roadsides are given, with the intention of transforming them into habitats typical for the landscape and as favourable as possible in the sense of landscape and nature conservation.

Einleitung

Die Zahl der Untersuchungen über die Vegetation an Autobahnen und Straßen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Wurde früher die Straßenrandvegetation eher zufällig bei der Aufnahme von Ruderal- und Saumgesellschaften mit erfasst, so werden jetzt ganz gezielt bestimmte Streckennetze oder Landschaftsräume bearbeitet. Beispiele aus der Bundesrepublik Deutschland sind die Arbeiten von STOTTELE (1981, 1987) von der Rhön-Autobahn und aus der Lüneburger Heide, von BRANDES (1988) aus dem östlichen Niedersachsen, von KRAUSE & MORDHORST (1983) von der Sauerland-Autobahn, von ULLMANN (1984) und ULLMANN & HEINDL (1986, 1987) aus dem mainfränkischen Wärmegebiet und von RATTAY-PRADE (1988) aus Südbaden. Einen repräsentativen Überblick über die straßenbegleitende Vegetation in 14 Meßtischblättern der Bundesrepublik geben STOTTELE & SCHMIDT (1987).

In den meisten Fällen erfolgten diese Untersuchungen in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Verkehrsministerien und Straßenbauverwaltungen. Ziel war es daher nicht nur, Flora und Vegetation zu beschreiben, sondern auch deren aktuellen Wert für Naturschutz und Landschaftspflege zu bestimmen sowie Vorschläge für die Anlage und Unterhaltung zu erarbeiten, durch die sich der Wert der vorhandenen Straßenränder im Sinne des Arten- und Biotopschutzes steigern läßt. Dieses Ziel verfolgte auch eine Studie, die 1986 für das Hessische Landesamt für Straßenbau angefertigt wurde. Darin wurde versucht, mit Hilfe der aktuellen Flora und Vegetation in drei Betriebsbezirken Hessens ein regional und standörtlich differenziertes Pflegekonzept für die straßenbegleitende Vegetation zu entwickeln. Über die Ergebnisse von einem Autobahnabschnitt in Nordhessen wurde bereits berichtet (NAGLER & SCHMIDT 1987). Hier sollen die Ergebnisse aus den beiden südhessischen Betriebsbezirken, der Autobahnmeisterei (AM) Darmstadt und der Straßenmeisterei (SM) Pfungstadt, zusammengefaßt werden.

Untersuchungsgebiet und Methoden

1. Untersuchungsgebiet

1.1. Autobahnmeisterei Darmstadt

Die von der AM Darmstadt betreuten Autobahnabschnitte der A5, A67 und A672 erstrecken sich mit einer Gesamtlänge von 52 km überwiegend in Nord-Süd-Richtung (Abb. 1). Naturräumlich durchschneiden die Autobahnen in diesem Bereich die Untermainebene und die Hessische Rheinebene, die beide der Oberrheinischen Tiefebene zugerechnet werden (KLAUSING 1967, SCHWENZER 1967).

Im Norden durchquert die A5 in der Untermainebene in 100–110 m NN eine flache, bewaldete Terrassenebene aus Flugsanden. Weiter südlich schließt sich ein von zahlreichen Rinnen durchzogenes Vernässungsgebiet an, in dem das Grundwasser relativ hoch ansteht. Der Flugsand prägt hier nur bis in etwa 60 cm Tiefe das Bodenprofil, darunter folgen schlecht durchlüftete, staunasse Bodenhorizonte.

Die Hessische Rheinebene ist ebenfalls höhenmäßig nur schwach differenziert (86–140 m NN). Im nördlichen Teil herrschen Flugsand- und Dünengebiete vor. Als potentiell natürliche Vegetation wird für alle Flugsandgebiete des Untersuchungsgebietes ein wärmeliebender Eichen-Kiefern-Wald, stellenweise auch ein thermophiler Steppen-Kiefernwald angenommen (HÜGIN 1963, PHILIPPI 1970, 1971).

Etwa im Bereich der Anschlußstelle Zwingenberg findet ein Wechsel von den sandigen zu mehr lehmig-tonigen Böden statt. Hier beginnt das feuchte, stellenweise anmoorige, in 80–90 m Höhe liegende Neckarried. Es handelt sich um das ehemalige Neckarbett und um mit Neckarschwemmlehm bedeckte Flächen mit holozänen, z.T. auch pleistozänen Flußablagerungen.

Als potentiell natürliche Vegetation darf man hier den feuchten Eichen-Hainbuchenwald bzw. den Erlen-Bruchwald vermuten.

Charakteristisch für die Untermainebene und die Hessische Rheinebene sind das sehr milde, sonnenreiche und niederschlagsarme Klima, wobei die jährliche Sonnenscheindauer von Norden nach Süden deutlich zunimmt.

Die Linienführungen der Autobahnen im Bereich der AM Darmstadt sind durch einen ebenen, mehr oder weniger geraden Verlauf gekennzeichnet. Die Höhendifferenz beträgt nur 30 m. Die Trassen werden auf Grund des in weiten Bereichen relativ hoch anstehenden Grundwassers meist auf Dämmen geführt. Im einzelnen entfallen in der AM Darmstadt 52% auf Dammbö-

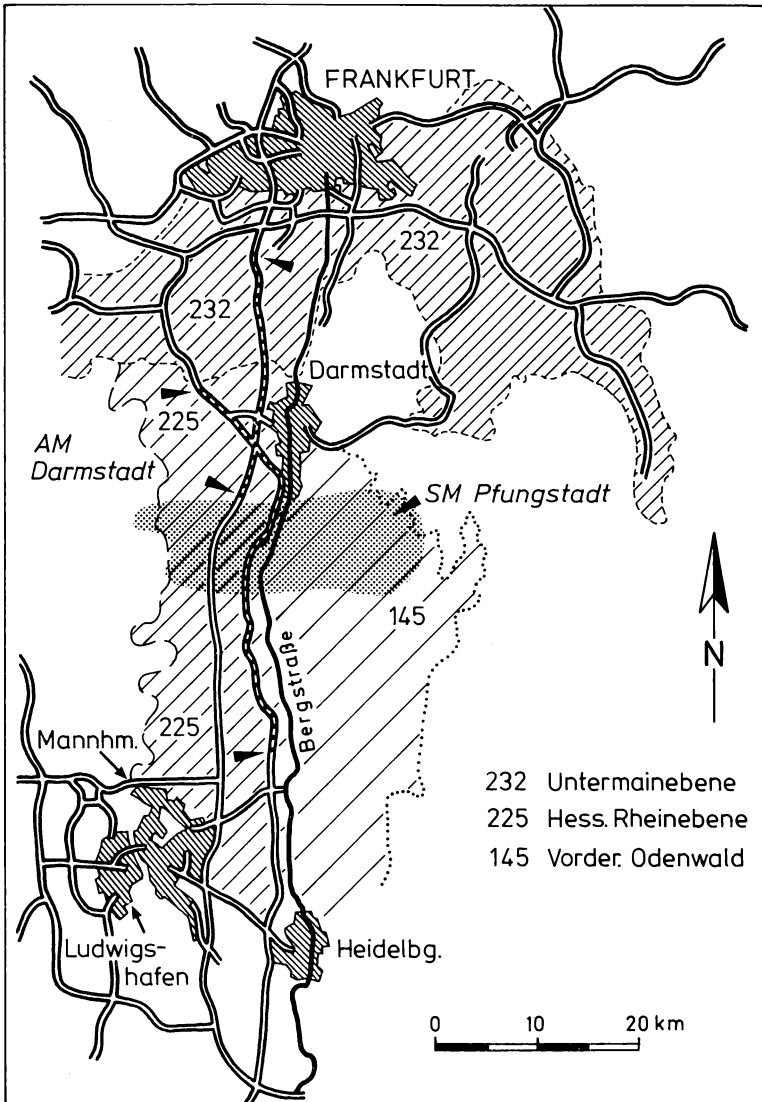


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet und seine naturräumliche Gliederung. Die von der AM Darmstadt betreuten Autobahnabschnitte sind durch Pfeile begrenzt. Das Streckennetz der SM Pfungstadt liegt im punktierten Gebiet von der Rheinebene bis zum Odenwald.

sungen, 25% auf eine ebene Trassenführung, 17% auf Einschnitts- und 6% auf Hanganschnittsböschungen, wobei Hanganschnitte und Einschnitte sehr flach abgebösch sind.

In der angrenzenden Nutzung überwiegt der Waldanteil mit 52%, wovon 18% auf Laubwald (Hauptholzart Eiche) und 34% auf Nadelwald (Hauptholzart Kiefer) entfallen. Besonders die Sandböden werden forstlich genutzt. Südlich der Anschlußstelle Seeheim/Jugenheim herrschen Ackerflächen (insgesamt 37%) auf den mehr lehmig-tonigen Böden vor. Wiesenflächen (5%) treten nur vereinzelt in den feuchten Niederungen auf. Etwa gleich hoch ist der Streckenanteil (6%), bei dem die Autobahnen Siedlungsflächen berühren.

Die A5 zwischen der Anschlußstelle Zeppelinheim und dem Darmstädter Kreuz wurde 1935 gebaut und 1975 auf acht Fahrspuren erweitert. Die übrigen Autobahnabschnitte sind vierspurig und wurden 1965/66 für den Verkehr freigegeben. Die A5 nördlich des Darmstädter Kreuzes gehört mit 74.000–81.000 KFZ/24 h zu den am stärksten befahrenen Autobahnen in der Bundesrepublik Deutschland. Auf der A5 südlich des Darmstädter Kreuzes wurden im Jahre 1985 46.000–51.000 und auf der A67 39.000–44.000 KFZ/24 h gezählt (HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRASSENBAU 1987).

Beim Bau der Trassen wurde für den Untergrund des Straßenkörpers und für die Seitenflächen überwiegend Sand aus der näheren Umgebung angeschüttet. Dadurch entstanden in der Nähe einige große Sandgruben, die heute vielfach als Badeseen dienen. Die Seitenflächen erhielten nur einen sehr geringen Oberbodenauftrag aus humosem Sand. Die Einsaat der Straßenränder erfolgte überwiegend durch maschinelles Anspritzen einer Rasenmischung. In den ersten beiden Jahren wurden die Rasenflächen einmal jährlich gemäht. Danach bestanden die Pflegemaßnahmen darin, daß die Bankette und Mulden nach Bedarf gemulcht wurden. Für die Bankette (Breite 1,2 m) war ein dreimaliger Mulchschnitt ab Juni vorherrschend. Die Mulden wurden einmal im Spätsommer mit dem letzten Bankettschnitt gemulcht. Gelegentlich wurden dabei auch zwei bis drei Meter der Böschung mit erfaßt. Der überwiegende Teil der Böschungen blieb in der Vergangenheit jedoch von Pflegemaßnahmen unbeeinflusst.

Die Gehölze entlang der Autobahnen entstammen weitgehend aus Anpflanzungen, die während der Anwachsphase in der Vegetationsperiode dreimal ausgemäht, gehackt und einmal gedüngt wurden. Danach erfolgte eine Gehölzpflege in der AM Darmstadt bisher nur sehr sporadisch.

1.2. Straßenmeisterei Pfungstadt

Die Straßenmeisterei Pfungstadt umfaßt einen Bezirk, der südlich der Stadt Darmstadt und östlich des Rheins liegt und von den Ortschaften Gernsheim/Zwingenberg/Groß-Bieberau/Roßdorf/Pfungstadt/Biebesheim begrenzt wird. Neben einem kleinen Abschnitt der Autobahn A680 (= B26n) und Teilen der Bundesstraßen B3, B44, B26, B38, B426 und B449 betreut die Straßenmeisterei zahlreiche Landes- und Kreisstraßen. Das Streckennetz beträgt insgesamt etwa 250 km (Abb. 1).

Naturräumlich umfaßt das Gebiet die Hessische Rheinebene, die Bergstraße und den Vorderen Odenwald. Rheinebene und Bergstraße sind großräumig der Oberrheinischen Tiefebene zugeordnet, der Odenwald dem Hessisch-Fränkischen Bergland. In der Hessischen Rheinebene werden mit dem Neckarried und den östlichen Flugsand- und Dünengebieten dieselben Landschaftsräume berührt, die auch die Autobahnen der AM Darmstadt durchschneiden (s.o.). Hinzu kommt noch der westliche Bereich der Hessischen Rheinebene mit überwiegend lehmigen, z.T. staunassen Böden in der Nähe des Rheins.

Unmittelbar östlich an das Sandgebiet der Hessischen Rheinebene schließt sich als schmaler Streifen die Bergstraße an, ein klimatisch besonders begünstigter Bereich mit Höhen zwischen 120–220 m NN. Die Niederschläge sind hier mit 700–800 mm höher als in der Rheinebene (550–700 mm). Gleichzeitig ist die mittlere Jahrestemperatur noch sehr hoch. Zusammen mit dem Abfließen der Kaltluft an den Hängen erlaubt dies neben ausgedehntem Obstbau auch den Weinbau. Die Böden an der Bergstraße werden hauptsächlich durch die mächtigen Lößauflagen geprägt. Als natürlich sind hier wärmeliebende Eichen-Mischwälder und Buchenwälder anzusehen (KNAPP & ACKERMANN 1952, EULER 1974).

Der östliche Bereich der SM Pfungstadt gehört zum Vorderen Odenwald, einem kristallinen Gebirgsstock aus Gesteinen mit unterschiedlichem Basengehalt (Granite, Gabbro, metamorphe Schiefer). Sie liefern bei der Verwitterung einen nährstoffreichen Boden, dessen Fruchtbarkeit durch kalkreiche Lößauflagen z.T. noch gesteigert wird. Auf Grund des raschen Höhenanstiegs (200–600 m NN) stauen sich die Wolken am Vorderen Odenwald und führen zu höheren Niederschlägen (800–1000 mm). Die mittlere Jahrestemperatur ist relativ niedrig, so daß das Klima als kühl-humid zu bezeichnen ist. Auf besseren Böden und bei günstigen mikroklimatischen Bedingungen ist auch im Vorderen Odenwald Ackerbau vorherrschend, auf feuchten bis nassen Böden Grünlandwirtschaft. Landschaftsprägend sind aber die Buchen- und Edellaub-Mischwälder. In tieferen Lagen wechseln Kalk-Buchenwälder auf noch nicht entkalktem Löß mit Eichen-Hainbuchenwäldern auf Lehm ab. An steilen Südwesthängen kann dazu noch ein lückiger, thermophiler Eichen-Elsbeeren-Wald auftreten. In höheren Lagen mit basenärmeren Gesteinen kommen dann Perlgras- und Hainsimsen-Buchenwälder neben bodensaurer Buchen-Eichen-Wäldern vor (KNAPP & ACKERMANN 1952, KNAPP 1963).

Während die im Neckarried liegenden Straßen weitgehend eben verlaufen, führen einige Streckenabschnitte in den Sandgebieten der Hessischen Rheinebene bereits durch kleinere Einschnitte. Größere Einschnittsböschungen sind aber erst für die Bergstraße und vor allem für den Odenwald charakteristisch. In der angrenzenden Nutzung dominiert im Ried eindeutig der Ackerbau. Die Straßen im Sandgebiet werden überwiegend von Kiefernforsten begleitet. Im Odenwald ist die Landschaft am reichsten strukturiert. Das vielgestaltige Kleinrelief, ein fein verzweigtes Gewässernetz und eine differenzierte Landnutzung sorgen hier für eine Vielzahl landschaftlicher Kleinstrukturen. Etwa 25% der Straßen im Odenwald führen durch Waldgebiete (Hauptholzart Buche). Der Rest grenzt mit etwa gleich hohen Anteilen an Acker- und Grünlandflächen an.

Der überwiegende Teil der Straßen in der SM Pfungstadt ist in seinen bewachsenen Randzonen seit mehr als 30 Jahren nicht mehr durch Baumaßnahmen beeinflusst worden. Nur wenige Böschungen wurden erst in den letzten Jahren neu angelegt und bepflanzt. Die Pflege der Straßenseitenflächen umfaßt eine zwei- bis dreimalige Mahd der Bankette. Begonnen wird damit etwa ab Mitte April und zwar zunächst im Ried. Ab Mitte Juli werden dann die Böschung einmal gemulcht.

2. Untersuchungsmethoden

Bedingt durch die Anlage und Unterhaltung ist die Straßenrandvegetation allgemein durch eine typische Vegetationsabfolge parallel zur Trasse charakterisiert (NAGLER & SCHMIDT 1987, ULLMANN & HEINDL 1987, STOTTELE & SCHMIDT 1987, RATTAY-PRADE 1988). Um diese Zonierung deutlich zu machen, wurden 1984 und vor allem 1985 durch typische Trassenabschnitte Transekte gelegt und von den aufeinanderfolgenden Zonen – besonders im Bankett, der Böschung und im Gehölz – Vegetationsaufnahmen angefertigt. Die Vegetation der Mulden wurde nur aufgenommen, wenn sie sich deutlich von den angrenzenden Banketten und Böschungen unterschied. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von NAGLER & SCHMIDT (1987) in Nordhessen und von RATTAY-PRADE (1988) in Südbaden waren im Untersuchungsgebiet Säume am Straßenrand nur wenig charakteristisch ausgebildet und wurden nicht besonders erfaßt. Die Transektaufnahmen wurden gezielt durch Einzelaufnahmen in anderen Abschnitten ergänzt, so daß für die pflanzensoziologische Tabellenarbeit insgesamt 240 Vegetationsaufnahmen zur Verfügung standen. Sowohl bei den Vegetationsaufnahmen als auch bei der Tabellenarbeit wurde die in Mitteleuropa übliche Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) zugrundegelegt (ELLENBERG 1956, DIERSCHKE et al. 1973). Differenzierte Tabellen wurden zunächst nach den beiden Betriebsbezirken getrennt erstellt. In der vorliegenden Darstellung sind alle dabei gefaßten Vegetationseinheiten in Stetigkeitstabellen (Tab. 1–3, 5) zusammengefaßt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit nur Arten aufgeführt sind, die in mindestens einer Vegetationseinheit die Stetigkeitsklasse III (mehr als 40% der Aufnahmen) erreichten. Nur die botanisch besonders wertvollen Sandtrockenrasen sind durch Einzelauf-

nahmen in Tab. 4 vollständig belegt. Die übrigen Tabellen mit allen Einzelaufnahmen können bei den Autoren angefordert werden.

Die Straßenrandvegetation ist stark anthropogen geprägt und befindet sich – zumindest bei jüngeren Straßenabschnitten – noch in einer z.T. sehr dynamischen Entwicklung. Solche Sukzessionsstadien lassen sich syntaxonomisch nur schwer fassen und am besten durch die pflanzensoziologische Zuordnung der in ihnen vertretenen Arten charakterisieren (SCHMIDT 1981). Die Einteilung nach dem pflanzensoziologischen Verhalten sowie die Berechnung der Mengenanteile aus den Stetigkeitstabellen folgt dabei den Angaben und Vorschlägen von ELLENBERG (1979, 1986; Abb. 2–5). Hinweise auf wichtige Standortfaktoren ließen sich außerdem aus der Berechnung der mittleren Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl nach ELLENBERG (1979, 1986) erwarten (Tab. 1–5).

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der fremdländischen Gehölze nach FITSCHEN (1987).

Ergebnisse

1. Die Vegetation der Bankette (Tab. 1)

Im Trassenprofil stellen die Bankette zweifellos den extremsten und naturfernsten Standort dar. Die ursprünglichen Bodenverhältnisse sind stark verändert. Meist standortsfremde Schotter im Unterbau und oberflächennahe Verdichtungshorizonte sorgen bei den nicht unerheblichen Regenwassermengen, die von der Fahrbahn abfließen, zu einem starken Wechsel in der Wasserversorgung. Mit Rücksicht auf die Verkehrssicherheit werden die Bankette durchgehend mehrmals im Jahr gemäht. An Autobahnen alle drei bis acht, sonst im Abstand von 10 bis 15 Jahren erfolgt das Abschälen der Bankette, bei dem der aus Abrieb, Straßenstaub und Pflanzenaufwuchs entstandene Wall entfernt wird, um die Entwässerung der Fahrbahn sicherzustellen. Dadurch werden immer wieder Pionierstandorte geschaffen. Besonders an Nebenstraßen und zweispurigen Bundesstraßen, weniger an Autobahnen mit befestigtem Seitenstreifen kommt es außerdem durch das Befahren zu einer erheblichen mechanischen Belastung und Störung von Boden und Vegetation. Im Bankett wirkt sich auch der erhöhte Schadstoff- und Nährstoffeintrag durch den Fahrzeugverkehr mit Abgasen, Staub und Spritzwasser am stärksten aus. Die hohe Schwermetall- und Salzbelastung der Bankette ist vielfach dokumentiert (ELLENBERG et al. 1981, ELLENBERG & STOTTELE 1984, STOTTELE & SCHMIDT 1987).

Die aufgeführten Standortbedingungen treffen nicht für alle Bankettzonen in gleichem Maße zu. Vielmehr ergibt sich ein deutliches Gefälle vom Fahrbahnrand bis zu den Leiteinrichtungen, das sich meist in einer ausgeprägten Zonierung der Vegetation widerspiegelt. ULLMANN & HEINDL (1987) unterscheiden an zweispurigen Fernstraßen im mainfränkischen Wärmegebiet fünf Vegetationszonen im Bankett, wobei in den fahrbahnnahen Bankettzonen die Therophyten, in den fahrbahnfernen dagegen die Hemikryptophyten unter den Lebensformen überwiegen.

In unseren Bankettaufnahmen wurden jene Vegetationszonen zusammengefaßt, die vor den Leiteinrichtungen liegen und mehrmals im Jahr einheitlich gemäht oder gemulcht werden. Diese Zusammenfassung erschien auch insofern berechtigt, da die bandförmige Zonierung nicht an allen Straßentypen gleichmäßig ausgebildet ist. Entsprechend den Darstellungen bei STOTTELE & SCHMIDT (1987) sind in Tab. 1 die Arten mit einem Schwerpunkt ihres Auftretens in der Therophyten-, Übergangs- und Hemikryptophytenzone besonders gekennzeichnet. Auch die Anordnung der weit verbreiteten Bankettarten folgt dieser Einteilung.

Die asphaltnahe Therophytenzone wird von kurzlebigen Arten geprägt. Alle hier aufgeführten Einjährigen haben ihren Schwerpunkt in krautigen Pflanzengesellschaften oft gestörter Plätze (ELLENBERG 1979, 1986, Abb. 2), wobei die *Chenopodietae*-Vertreter wie *Tripleurospermum inodorum*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Bromus sterilis* und *Stellaria media* häufiger vorkommen als die Vertreter der Getreideunkrautfluren (*Secalinetea*), von denen allein *Fallopia convolvulus* eine weitere Verbreitung in der Therophytenzone der südheissischen Banketten besitzt. Als typische Annuelle der Trittrasen (*Polygonion avicularis*) sind *Po-*

lygonum aviculare agg. (überwiegend handelt es sich um die Kleinart *P. arenastrum*), *Poa annua* und *Matricaria discoidea* durchgängig vertreten. Von den wenigen Hemikryptophyten in der Therophytenzone verträgt *Plantago major* als niedrigwüchsige Rosettenpflanze nicht nur die häufige Mahd gut, sondern gilt auch als salzertragend (ELLENBERG 1979, 1986). *Artemisia vulgaris* ist einer der wenigen Schafthemikryptophyten, der in unmittelbarer Fahrbahnnähe häufig auftritt, hier jedoch eher eine chamaephytische Lebensform mit vielen bodennahen Rosetten entwickelt. *Artemisia vulgaris*- wie auch *Anagallis arvensis*-Populationen von viel befahrenen Straßen zeichnen sich durch eine gewisse Bleitoleranz aus (HELMING & RUNGE 1979, HELLMUTH 1987). Nach STOTTELE & SCHMIDT (1987) ist *Artemisia vulgaris* zusammen mit *Chenopodium album* in den Banketten der Mittelgebirge in der Bundesrepublik Deutschland eindeutig schwächer vertreten als an den Fahrbahnrandern tieferer und klimatisch günstigerer Lagen. Beide Arten sind auch im Vorderen Odenwald seltener am Straßenrand zu finden als in der wärmebegünstigten Oberrheinebene. Das relativ milde Klima und der damit verbundene geringe Streusalzeinsatz im Winter sind sicher auch der Grund dafür (STOTTELE & SCHMIDT 1987), daß *Puccinellia distans* bisher im gesamten Untersuchungsgebiet im Gegensatz zu vielen anderen Landschaftsräumen in der Bundesrepublik Deutschland recht spärlich vorkommt (insgesamt nur in drei Aufnahmen aus der AM Darmstadt). Darüberhinaus bevorzugt *Puccinellia distans* mehr die lehmig-schluffigen, häufig etwas verdichteten Böden. An den vielbefahrenen Straßen im Untersuchungsgebiet überwiegen dagegen auch im Bankett sandig-trockene Böden.

In der Übergangszone dominieren bereits ausdauernde Geophyten und Hemikryptophyten, wobei Arten mit Schwerpunkt in Ruderal- und Grünlandgesellschaften etwa gleich stark vertreten sind. *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Pastinaca sativa*, *Tanacetum vulgare*, *Convolvulus arvensis*, *Carex hirta* und *Agrostis stolonifera* unterstreichen den ruderalen Charakter dieser noch oft gestörten Zone, während die Grünlandarten *Achillea millefolium*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Lolium perenne*, *Poa angustifolia*, *Bromus hordeaceus* und *Trifolium repens* Ausdruck für das häufige Mähen der Bankette sind.

Unmittelbar vor den Leiteinrichtungen treten in der Hemikryptophytenzone mit *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Plantago lanceolata* und *Holcus lanatus* weit verbreitete Grünlandarten auf, die auch für viele Böschungen kennzeichnend sind. Diese Arten vertragen zwar die Mahd sehr gut, sind aber gegenüber einer häufigen Störung der Bodenoberfläche und einer höheren Schadstoffbelastung empfindlicher als die Arten der Therophyten- und Übergangszone.

Auf Grund der Struktur und des hohen Anteils an weit verbreiteten Arten werden alle Vegetationseinheiten in Tab. 1 einer Gesellschaft, dem *Polygonum aviculare*-*Agropyron repens*-Bankett, zugeordnet. Die beiden namensgebenden Arten charakterisieren im Gegensatz zu *Plantago major* und *Taraxacum officinale*, die von STOTTELE & SCHMIDT (1987) für die Bankette in der Bundesrepublik Deutschland als besonders repräsentativ angesehen wurden, die Bankett-Vegetation in Südhessen besser, da sie in allen Landschaftsräumen gleichmäßig vertreten sind, während *Plantago major* und *Taraxacum officinale* doch deutliche Schwerpunkte aufweisen. Über *Polygonum aviculare* und *Agropyron repens* läßt sich auch leichter eine Verbindung zu den von ULLMANN & HEINDL (1987) aus Mainfranken beschriebenen vorderen drei Bankettzonen *Lolio-Polygonetum arenastrum* – DG *Agropyron repens*-[*Polygonum aviculare*] – DG *Cichorium intybus*-[*Agropyretalia*/*Arrhenatheretalia*] herstellen. RATTAY-PRADE (1988) unterschied in Südbaden zwischen dem *Polygono-Matricarietum discoideae* unmittelbar am Fahrbahnrand, dem anschließendem *Lolio-Plantaginetum* sowie der *Cichorium intybus*-Gesellschaft vor den Leiteinrichtungen auf stickstoffärmeren und sonnig-trockenen Banketten und *Festuca ovina*-Beständen, die auf frische Ansaaten zurückgehen. Aus Nordhessen von der Autobahn Kassel-Dortmund (A44) beschreiben NAGLER & SCHMIDT (1987) ein Vogelknöterich-Rotschwingel-Bankett, in dem *Puccinellia distans* erheblich höhere Stetigkeiten erreicht als in Südhessen.

Die *Polygonum aviculare*-*Agropyron repens*-Bankette lassen sich landschaftlich und standörtlich in zwei Varianten gliedern. Die *Oenothera biennis*-Variante findet sich zum einen in den Flugsand- und Dünengebieten beider Betriebsbezirke. Sie tritt aber auch im Neckarried in

Tab. 1: Übersicht über die Vegetation der Banketten in der AM Darmstadt und SM Pfungstadt. Aufgeführt sind nur Arten, die in mindestens einer Spalte die Stetigkeitsklasse III ($\geq 40\%$ der Aufnahmen) erreichten.

Erläuterungen:

Spalte 1-7: *Polygonum aviculare*-*Agropyron repens*-Bankette
 1-4: *Oenothera biennis*-Variante
 5-7: *Ranunculus repens*-Variante

Betriebsbezirk: D - AM Darmstadt, P - SM Pfungstadt
 Naturraum: S - Sand, R - Ried, O - Odenwald

| Spalte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Betriebsbezirk | P | D | D | D | P | P | P |
| Naturraum | S | S | S | R | R | O | O |
| Zahl der Vegetationsaufnahmen | 6 | 8 | 6 | 8 | 7 | 11 | 6 |
| Mittlere Deckung der Krautschicht (%) | 57 | 86 | 88 | 92 | 66 | 88 | 84 |
| Mittlere Deckung der Moosschicht (%) | 4 | - | - | - | - | - | - |
| Mittlere Artenzahl pro Aufnahme | 32 | 26 | 29 | 24 | 29 | 31 | 25 |
| Angrenzende Nutzung (%) Wald | 100 | 88 | 33 | - | 14 | - | 100 |
| Grünland | - | - | 33 | 12 | 14 | 55 | - |
| Acker | - | 12 | 33 | 88 | 72 | 45 | - |
| Mittlere Feuchtezahl | 4.5 | 4.4 | 4.8 | 4.7 | 5.2 | 5.2 | 5.1 |
| Mittlere Reaktionszahl | 6.6 | 6.0 | 6.6 | 5.9 | 7.0 | 6.1 | 6.4 |
| Mittlere Stickstoffzahl | 5.6 | 5.6 | 6.4 | 5.9 | 6.2 | 5.8 | 6.1 |

Arten mit Schwerpunkt in der *Oenothera biennis*-Variante

| | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|---|----|----|
| <i>Arabidopsis thaliana</i> (T) | III | | | | | | |
| <i>Veronica arvensis</i> (T) | III | | | | | | |
| <i>Hypochoeris radicata</i> (Ü) | III | I | | | | | |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> (T) | III | II | | | | | |
| <i>Bromus tectorum</i> (T) | III | II | | | | | |
| <i>Daucus carota</i> (Ü) | II | II | V | | | I | II |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> (H) | I | III | II | | | | |
| <i>Rumex acetosella</i> (Ü) | | II | III | | | | |
| <i>Oenothera biennis</i> (Ü) | IV | V | V | II | | | |
| <i>Senecio vernalis</i> (T) | I | V | I | I | | | |
| <i>Conyza canadensis</i> (T) | I | III | | III | | | |
| <i>Anagallis arvensis</i> (T) | I | IV | II | IV | | | II |
| <i>Sonchus oleraceus</i> (T) | | V | V | IV | I | II | |
| <i>Atriplex acuminata</i> (T) | | II | IV | IV | | | |
| <i>Senecio viscosus</i> (T) | | I | V | I | | | |
| <i>Carduus crispus</i> (Ü) | | II | I | IV | | | |
| <i>Polygonum persicaria</i> (T) | | I | | III | | | |
| <i>Galinsoga parviflora</i> (T) | | | III | II | | | |
| <i>Centaurea jacea</i> (H) | | | III | | I | | + |
| <i>Sonchus asper</i> (T) | | | | III | | | |

Arten mit Schwerpunkt in der *Ranunculus repens*-Variante

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|--|---|----|-----|-----|-----|
| <i>Lamium album</i> (H) | | | | | V | | |
| <i>Potentilla reptans</i> (Ü) | | | I | | III | | |
| <i>Matricaria chamomilla</i> (T) | | | | | III | II | |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> (H) | I | | | | III | I | I |
| <i>Galium mollugo</i> (H) | II | | | | III | I | II |
| <i>Ranunculus repens</i> (Ü) | I | | | | IV | IV | III |
| <i>Cerastium holosteoides</i> (H) | I | | | | IV | III | III |
| <i>Urtica dioica</i> (H) | I | | | | III | IV | III |
| <i>Poa trivialis</i> (H) | | | | | II | IV | IV |
| <i>Trifolium pratense</i> (Ü) | I | | | | II | IV | III |
| <i>Alopecurus pratensis</i> (H) | | | | | I | III | I |
| <i>Heracleum sphondylium</i> (H) | | | I | II | I | III | V |
| <i>Vicia sepium</i> (H) | I | | | | | III | III |

Weit verbreitete Bankettarten

| | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Therophytenzone (T) | | | | | | | |
| <i>Polygonum aviculare</i> agg. | IV | V | V | V | V | IV | IV |
| <i>Plantago major</i> | V | II | IV | III | V | V | II |
| <i>Poa annua</i> | IV | II | V | II | V | IV | IV |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | I | V | V | V | IV | III | I |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | IV | IV | V | V | IV | III | I |
| <i>Chenopodium album</i> | III | IV | III | I | I | II | |
| <i>Fallopia convolvulus</i> | II | II | II | II | III | II | |
| <i>Bromus sterilis</i> | II | | | | III | + | |
| <i>Matricaria discoidea</i> | | II | II | IV | IV | II | |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | | I | III | II | V | I | |
| <i>Stellaria media</i> | I | | II | II | | I | IV |
| Übergangszone (Ü) | | | | | | | |
| <i>Agropyron repens</i> | IV | V | V | V | V | V | V |
| <i>Achillea millefolium</i> | V | V | V | V | V | V | III |
| <i>Festuca rubra</i> | V | V | V | V | III | IV | III |
| <i>Taraxacum officinale</i> agg. | V | III | I | IV | V | V | V |
| <i>Lolium perenne</i> | V | II | I | II | IV | III | II |
| <i>Poa angustifolia</i> | IV | III | IV | II | II | II | I |
| <i>Cirsium arvense</i> | I | I | V | IV | I | II | III |
| <i>Pastinaca sativa</i> | III | I | IV | II | III | + | I |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | I | II | III | II | III | I | I |
| <i>Bromus hordeaceus</i> | IV | IV | II | | III | V | IV |
| <i>Trifolium repens</i> | IV | II | | II | V | IV | II |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | I | II | II | II | III | III | |
| <i>Carex hirta</i> | I | I | III | I | II | + | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | | IV | II | II | III | IV | I |
| Hemikryptophytenzone (H) | | | | | | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> | V | II | IV | IV | V | V | III |
| <i>Poa pratensis</i> | IV | II | III | III | V | III | V |
| <i>Festuca pratensis</i> | I | II | II | V | IV | III | III |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | III | | IV | I | IV | V | V |
| <i>Plantago lanceolata</i> | II | I | III | | III | V | IV |
| <i>Holcus lanatus</i> | II | | | I | | III | II |

den Banketten der AM Darmstadt auf, wo in der umgebenden Landschaft frische Lehmböden vorherrschen. Beim Bau der Autobahn wurde vielfach auch im Riedgebiet humoser Sand auf den Banketten aufgebracht, so daß sich hieraus in Verbindung mit den besonderen Standortbedingungen in Fahrbahnnähe das Vorkommen von *Oenothera biennis*, *Senecio vernalis*, *Coryza canadensis* und *Anagallis arvensis* erklärt. Diese Arten zeichnen sich durch niedrige Feuchte- und Stickstoff-Zeigerwerte (ELLENBERG 1979, 1986) aus. Bereits bei den Banketten der *Oenothera biennis*-Variante zeigt sich eine deutliche Beziehung zur angrenzenden Nutzung. Mit zunehmenden Anteil an angrenzenden Ackerflächen steigt der mittlere Deckungsgrad der Krautschicht, und konkurrenzschwache Therophyten mit niedrigen Feuchte- und Stickstoffzahlen wie *Arabidopsis thaliana*, *Veronica arvensis*, *Cerastium semidecandrum* und *Bromus tectorum* nehmen ab. Auf der anderen Seite trifft man Arten wie *Sonchus oleraceus*, *Atriplex acuminata*, *Senecio viscosus*, *Carduus crispus*, *Polygonum persicaria*, *Galinsoga parviflora*, *Centaurea jacea* und *Sonchus asper* zunehmend dort, wo Acker und Grünland an die Straßen grenzen.

Auf die deutlich bessere Wasserversorgung der *Ranunculus repens*-Variante weisen *Ranunculus repens*, *Cerastium holosteoides*, *Urtica dioica*, *Poa trivialis* und *Trifolium pratense* hin. Diese Variante wurde allein im Ried und im Odenwald an zweispurigen Straßen der SM Pfungstadt gefunden. Hier ist auch der Anteil an ausdauernden Grünlandarten wie z.B. *Anthriscus sylvestris*, *Galium mollugo*, *Alopecurus pratensis*, *Heracleum sphondylium* und *Vicia sepium* deutlich höher als in den Autobahnbanketten. Die Bankette der Straßenmeistereien werden seltener abgeschoben, so daß sich hier langlebigere Arten besser durchsetzen können als an den Autobahnen. Insgesamt gesehen ist in den Autobahnbanketten der Anteil von Arten der

Getreide- und Hackfruchtgesellschaften mit zahlreichen Therophyten sowie der trockenheits-ertragenden Queckenfluren in der Regel höher als in den Banketten an kleineren Straßen, wo zumeist Grünlandarten vorherrschen (Abb. 2). Bankette an kleinen Nebenstraßen werden häufig befahren und dienen als Standspur. Dadurch erklärt sich ihr etwas höherer Anteil an trittfesten Arten gegenüber den Autobahnbanketten.

An den Straßen im Odenwald wirkt sich die angrenzende Nutzung wiederum bis in die Bankettvegetation hinein aus. Durchläuft die Straße den Wald, so fehlen im Bankett Arten wie *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Bromus sterilis*, *Matricaria discoidea*, *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*, *Carex hirta* und *Matricaria chamomilla*, die bei angrenzender landwirtschaftlicher Nutzung noch regelmäßig auftreten. Dabei spielt sicher auch eine Rolle, daß sich Acker- und Grünlandflächen besonders in den klimatisch begünstigten, tieferen Lagen finden, während die Wälder sich auf die kühlen, niederschlagsreicheren Höhen des Vorderen Odenwaldes konzentrieren.

An Hand der Zeigerwerte lassen sich die beiden Varianten am besten nach ihren Feuchtezahlen unterscheiden. In der *Oenothera biennis*-Variante reicht die mittlere F-Zahl von 4.4–4.8, in der *Ranunculus repens*-Variante liegt sie dagegen über 5. Mit Hilfe der mittleren R- und N-Zahlen sind die beiden Varianten nicht zu trennen. Mittlere R-Zahlen von 6–7 weisen die Bankette allgemein als basenreiche Substrate aus. Dies haben auch Messungen der Bodenreaktion in den Banketten bestätigt, wie sie von MEDERAKE et al. (1988) durchgeführt wurden. Durch Zement- und Betonreste aus der Bauphase, den Eintrag karbonathaltiger Stäube und die Wirkung des Streusalzes (BROD 1984) erhöht sich der pH-Wert im fahrbahnnahe Bereich deutlich gegenüber den abseitsliegenden Böschungen. Auch die mittleren N-Zahlen liegen höher als die der entsprechenden Böschungsgesellschaften und weisen die südhessischen Banketten als mäßig bis gut mit Nährstoffen versorgt aus. SPENCER et al. (1988) und SPENCER & PORT

BANKETTE

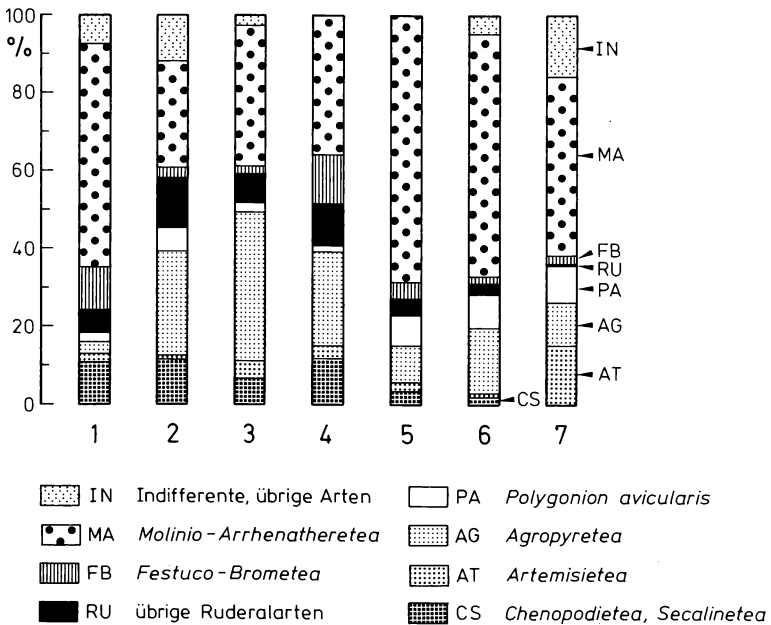


Abb. 2: Pflanzensoziologische Zuordnung der in Tab. 1 aufgeführten *Polygonum aviculare*-*Agropyron repens*-Bankettgesellschaften.

1–4: *Oenothera biennis*-Variante; 5–7: *Ranunculus repens*-Variante.

(1988) fanden bei *Lolium perenne* die höchste Stoffproduktion und die höchsten Stickstoffgehalte in den Pflanzen, die am nächsten zur Fahrbahn hin wuchsen. In Kombination mit Streusalz steigerte sich die Stoffproduktion und die Stickstoffaufnahme noch, was die Autoren auf die erhöhte Absorption von NO_x in salzhaltigen Böden, seine nachfolgende Oxidation und Verfügbarkeit für Pflanzen zurückführen.

2. Die Vegetation der gehölzfreien Straßenböschungen (Tab. 2)

Die neun in Tab. 2 unterschiedenen Vegetationseinheiten von Straßenböschungen spiegeln die standörtlichen Bedingungen des Untersuchungsgebiets mit den drei Naturräumen Sand, Ried und Odenwald deutlich wider. Auf den nährstoffärmeren Sandböden der Rheinebene, aber auch über dem basenarmen Kristallingestein des Odenwaldes werden die Straßenböschungen durch die Dominanz von *Festuca rubra* geprägt (Spalte 1–6). Neben dem Rotschwingel grenzen noch *Hypericum perforatum*, *Agrostis tenuis* und *Erigeron annuus* mit allerdings stark schwankenden Stetigkeiten die *Festuca rubra*-Straßenböschungen von den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen (Spalte 7–9) ab, die mit nährstoffreichen, frischen Böden für die zweispurigen Straßen der SM Pfungstadt kennzeichnend sind.

Im überregionalen Vergleich der Straßenböschungen in der Bundesrepublik Deutschland muß besonders die *Oenothera biennis*-Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen hervorgehoben werden. *Oenothera biennis*, *Calamagrostis epigejos*, *Conyza canadensis* und *Malva alcea* prägen die Autobahnen, Bundesstraßen und zahlreichen Nebenstraßen im Flugsand- und Dünengebiet des Pfungstadt-Griesheimer Sandes. Meist handelt es sich um farbenprächtige, artenreiche Böschungsgesellschaften, die sich in Abhängigkeit von der angrenzenden Nutzung, dem Straßentyp und den Wasser-, Basen- und Nährstoffgehalt der Böden weiter untergliedern lassen.

Die *Holcus mollis*-Subvariante (Spalte 1) ist auf die kalkarmen Sandböden der Autobahnböschungen an der A5 nördlich des Darmstädter Kreuzes beschränkt. In der angrenzenden Nutzung dominieren im nördlichen Abschnitt Kiefernforsten, im südlichen herrschen Ackerflächen vor. Auf Grund des 1975 erfolgten Ausbaus auf acht Fahrspuren ist der Anteil von Störungszeigern in dieser Subvariante besonders hoch. Regelmäßig und mit z.T. hohen Deckungsgraden ist *Holcus mollis* vertreten. Als Rhizomgeophyt und Pionierpflanze kann es sich auf sauren, offenen Sandböden rasch ausbreiten. Ähnlich konkurrenzstark ist hier als Rohbodenpionier *Agrostis tenuis*. Zusammen mit *Festuca rubra* bilden diese drei Gräser den Grundartenbestand der Böschungsgesellschaft, in denen die typischen Vertreter der Sand- und Felsrasen schwächer vertreten sind als in den übrigen Subvarianten der *Oenothera biennis*-Variante (Abb.3). Eine Zuordnung der *Holcus mollis*-Subvariante zu bereits beschriebenen Pflanzengesellschaften ist nur bedingt möglich. Zum einen sind hier Arten kalkarmer Gesellschaften wie etwa der bodensauren Eichenmischwälder (*Quercetea robori-petraeae*), der Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden (*Nardo-Callunetea*) häufiger als sonst vertreten. Zum anderen besitzt die *Holcus mollis*-Subvariante einen hohen Anteil an Arten oft gestörter Plätze und aus dem Wirtschaftsgrünland. Somit sind auch Ähnlichkeiten zu den von T. MÜLLER (OBERDORFER 1983) zwischen die *Artemisietea* und *Festuco-Brometea* bzw. *Sedo-Scleranthetea* gestellten halbruderalen Pionier-Trockenrasen (*Agropyretea intermedii-repentis*) festzustellen (ULLMANN 1984). Auf Grund des höheren Anteils an Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*) ist aber auch eine Zuordnung zu den von FISCHER (1985) beschriebenen ruderalen Wiesen (*Tanaceto-Arrhenatheretum*) möglich. Nach STOTTELE & SCHMIDT (1987) kennzeichnet *Holcus mollis* zusammen mit *Rumex acetosella* viele jüngere Rot- und Schafschwingel-Straßenböschungen auf basenarmen Böden. Bevorzugt werden halbschattige Waldinschnitte und weitläufige Magerböschungen in der Feldlandschaft eingenommen, wie sie besonders beim modernen Straßenbau entstehen.

Mit deutlich höheren Reaktions-, aber niedrigeren Feuchte- und Stickstoffzahlen grenzt sich die *Arenaria serpyllifolia*-Subvariante der *Oenothera biennis*-Variante (Spalte 2–3) ökologisch gut von der *Holcus mollis*-Subvariante ab. Sie besiedelt großflächig die Sandböschungen in der AM Darmstadt und der SM Pfungstadt. Als Trennarten zeigen *Arenaria serpyllifolia*,

Tab. 2: Übersicht über die Vegetation der gehölzfreien Böschungen in der AM Darmstadt und SM Pfungstadt. Aufgeführt sind nur Arten, die in mindestens einer Spalte die Stetigkeitsklasse III ($\geq 40\%$ der Aufnahmen) erreichten.

Erläuterungen:

Spalte 1-6: *Festuca rubra*-Straßenböschungen

- 1-4: *Oenothera biennis*-Variante
 1: *Holcus mollis*-Subvariante
 2, 3: *Arenaria serpyllifolia*-Subvariante
 4: *Arrhenatherum elatius*-Subvariante

- 5, 6: Typische Variante
 5: Typische Subvariante
 6: *Brachypodium sylvaticum*-Subvariante

Spalte 7-9: *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen

- 7, 8: *Heracleum sphondylium*-Variante
 7: *Poa nemoralis*-Subvariante
 8: Typische Subvariante
 9: Typische Variante

Betriebsbezirk: D - AM Darmstadt, P - SM Pfungstadt
 Naturraum: S - Sand, R - Ried, O - Odenwald

| Spalte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Betriebsbezirk | D | P | D | D | P | P | O | P | P |
| Naturraum | S | S | S | R | O | S | O | O | R |
| Zahl der Vegetationsaufnahmen | 13 | 11 | 18 | 14 | 11 | 4 | 11 | 12 | 13 |
| Mittlere Deckung der Krautschicht (%) | 95 | 80 | 86 | 99 | 73 | 86 | 93 | 98 | 92 |
| Mittlere Deckung der Moosschicht (%) | - | 16 | 8 | - | 2 | - | 1 | - | - |
| Mittlere Artenzahl pro Aufnahme | 26 | 33 | 27 | 21 | 24 | 28 | 25 | 26 | 26 |
| Angrenzende Nutzung (%) Wald | 77 | 55 | 100 | 7 | 82 | 100 | 100 | - | 8 |
| Grünland | - | 18 | - | 14 | 9 | - | - | 67 | 8 |
| Acker | 23 | 27 | - | 79 | 8 | - | - | 33 | 84 |
| Mittlere Feuchtezahl | 4.7 | 4.0 | 3.7 | 4.6 | 4.5 | 4.9 | 5.2 | 5.1 | 4.9 |
| Mittlere Reaktionszahl | 4.9 | 6.2 | 6.2 | 6.9 | 5.1 | 6.2 | 5.8 | 6.1 | 6.6 |
| Mittlere Stickstoffzahl | 5.1 | 4.4 | 4.0 | 5.8 | 4.4 | 5.8 | 6.1 | 5.7 | 6.1 |

Arten mit Schwerpunkt in den *Festuca rubra*-Straßenböschungen

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|----|----|
| <i>Festuca rubra</i> | V | V | IV | V | V | 3 | IV | IV | II |
| <i>Hypericum perforatum</i> | IV | II | IV | III | V | 2 | II | + | |
| <i>Agrostis tenuis</i> | V | + | III | I | IV | 1 | + | | |
| <i>Erigeron annuus</i> | I | + | I | | III | 1 | | + | |
| <i>Festuca ovina</i> | II | I | III | | III | | | | |
| <i>Hypochoeris radicata</i> | + | II | II | | III | | | + | |
| <i>Oenothera biennis</i> | III | V | V | III | | 1 | | | |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> | III | II | V | II | | 1 | | | |
| <i>Conyza canadensis</i> | II | I | III | III | | | | | |
| <i>Malva alcea</i> | II | + | II | III | | | | | + |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> | III | IV | IV | | + | | | | |
| <i>Senecio vernalis</i> | II | III | IV | | | | | | |
| <i>Rumex acetosella</i> | II | II | II | | + | | | | + |
| <i>Holcus mollis</i> | V | | | | I | | II | I | |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> | IV | IV | | | | | | | |
| <i>Sedum acre</i> | III | III | | | | | | | |
| <i>Arabidopsis thaliana</i> | III | II | | | | | | | |
| <i>Echium vulgare</i> | II | IV | | I | | | | | |
| <i>Geranium molle</i> | III | | | | | | | | |
| <i>Saponaria officinalis</i> | III | | | | | | | | |
| <i>Medicago lupulina</i> | III | | | | | 1 | | | |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> | IV | V | | | | | | | |
| <i>Bromus tectorum</i> | III | III | | | | | | | |
| <i>Verbascum densiflorum</i> | III | II | | | | | | | |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> | I | | | | | 3 | | | |
| <i>Impatiens noli-tangere</i> | | | | | | 2 | | | + |
| <i>Viola riviniana</i> | | | | | | 3 | I | | |

Arten mit Schwerpunkt in den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----|----|---|-----|----|---|-----|-----|-----|
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | III | II | | IV | II | 1 | V | V | V |
| <i>Urtica dioica</i> | I | I | | III | | 2 | V | III | IV |
| <i>Galium aparine</i> | | | | | | + | III | II | II |
| <i>Bromus sterilis</i> | | I | | | | | II | I | III |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> | | | | | | | II | III | II |
| <i>Equisetum arvense</i> | | | | | | | II | III | I |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | I | + | | I | | | IV | V | II |
| <i>Ranunculus repens</i> | I | | | | | + | IV | IV | + |
| <i>Holcus lanatus</i> | II | + | | + | I | | II | III | + |
| <i>Trifolium pratense</i> | | + | | | I | | II | III | + |
| <i>Poa trivialis</i> | | | | | | 1 | III | V | II |
| <i>Poa nemoralis</i> | | | | | | + | IV | | |
| <i>Lapsana communis</i> | | | | | II | | IV | | |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> | | | | | I | | III | | |
| <i>Epilobium montanum</i> | | | | | I | | III | | |
| <i>Galium odoratum</i> | | | | | | | III | | |
| <i>Rubus idaeus</i> | | | | | | | III | | |
| <i>Ajuga reptans</i> | | | | | | + | + | III | |
| <i>Ranunculus acris</i> | | | | | | | + | III | I |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | | | | | | | + | III | I |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | | | + | | | | | | III |

Übrige Arten

Arten mit Schwerpunkt in Ruderalgesellschaften

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|
| <i>Agropyron repens</i> | V | II | II | V | II | 1 | IV | V | IV |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | IV | III | II | IV | II | 1 | I | II | II |
| <i>Silene alba</i> | II | III | III | III | + | 1 | II | II | III |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | + | I | I | II | I | | | III | II |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | IV | I | + | II | | 1 | | + | II |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | IV | + | II | III | | | + | + | III |
| <i>Fallopia convolvulus</i> | II | + | II | I | | 2 | | + | II |
| <i>Carex hirta</i> | III | I | II | I | | | | | II |
| <i>Solidago canadensis</i> | I | | + | + | + | 2 | + | | |
| <i>Cirsium arvense</i> | IV | | | V | | | II | II | III |
| <i>Bromus inermis</i> | II | | | III | | | | | I |
| <i>Lamium album</i> | | | | II | | 1 | | | III |
| <i>Mentha arvensis</i> | | | | | | + | 2 | + | + |

Arten mit Schwerpunkt in Grünlandgesellschaften

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| <i>Achillea millefolium</i> | IV | IV | IV | V | IV | 3 | II | III | IV |
| <i>Dactylis glomerata</i> | IV | III | I | IV | IV | 1 | II | III | V |
| <i>Galium mollugo</i> | + | IV | I | III | II | 4 | II | III | IV |
| <i>Poa angustifolia</i> | II | III | III | III | + | 1 | II | II | III |
| <i>Pastinaca sativa</i> | III | II | + | II | | 2 | + | II | I |
| <i>Taraxacum officinale</i> agg. | + | IV | | + | + | 3 | III | II | III |
| <i>Vicia sepium</i> | I | II | + | | + | 1 | IV | V | III |
| <i>Daucus carota</i> | II | III | + | I | I | 1 | | I | + |
| <i>Plantago lanceolata</i> | IV | V | II | | II | | II | III | II |
| <i>Poa pratensis</i> | | I | | + | I | 1 | I | III | III |
| <i>Cerastium holosteoides</i> | | II | | | I | 2 | II | III | II |
| <i>Rumex acetosa</i> | | + | | | + | 1 | I | III | + |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | | I | | | I | 2 | II | II | + |
| <i>Festuca pratensis</i> | + | | | II | + | | + | II | IV |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | I | | I | | I | 2 | + | I | |
| <i>Trifolium dubium</i> | | I | | | III | | + | I | I |
| <i>Trifolium repens</i> | | I | | + | | 1 | | III | II |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | | | | | II | 2 | II | II | |
| <i>Lotus corniculatus</i> | | + | | | III | | + | I | |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | | | | | III | | | II | |

Arten mit Schwerpunkt in Wäldern, Gebüsch und Säumen

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|---|-----|----|----|
| <i>Rubus fruticosus</i> agg. | III | III | III | II | III | 4 | III | II | I |
| <i>Hieracium sylvaticum</i> | | | | | I | 2 | II | | |
| <i>Moehringia trinervia</i> | | | | | + | 2 | I | | |
| <i>Geranium robertianum</i> | | | | | | 2 | III | | |
| <i>Mycelis muralis</i> | | | | | | 2 | II | | |
| <i>Alliaria petiolata</i> | | | I | | | 3 | III | + | II |

Sedum acre, *Arabidopsis thaliana* und *Echium vulgare* die engen Beziehungen zu den Sand- und Felsrasen (*Sedo-Scleranthetea*) und den ruderalen Natternkopf-Steinkleefluren (*Echio-Melilotetum*) an. Mit der *Holcus mollis*-Subvariante ist die *Arenaria serpyllifolia*-Subvariante über das gemeinsame Vorkommen von *Euphorbia cyparissias*, *Senecio vernalis*, *Rumex acetosella*, *Festuca ovina* und *Hypochoeris radicata* verknüpft, mit der anschließend zu besprechenden *Arrhenatherum elatius*-Subvariante verbindet sie das Auftreten von *Cerastium semidecandrum*, *Bromus tectorum* und *Verbascum densiflorum*. Zusammen mit den Arten der *Oenothera biennis*-Gruppe (s.o.) handelt es sich meist um konkurrenzschwache Arten, die sich in den häufig lückigen, pionierartigen Beständen auf den kalkhaltigen, nährstoffarmen, offenen Sandböden gut behaupten können. Dies gelingt ihnen um so mehr, da unter diesen Standortsbedingungen der sonst weit verbreitete *Agropyron repens* nur schwach vertreten ist. Auch *Festuca rubra* begegnet man nach längeren Trockenperioden auf den Sandböschungen mit deutlich reduzierter Vitalität.

Aspektbildend für die *Arenaria serpyllifolia*-Subvariante sind gelbblühende Arten: vor allem *Oenothera biennis*, aber auch *Euphorbia cyparissias*, *Senecio vernalis*, *Sedum acre*, *Hypericum perforatum*, *Hypochoeris radicata* u.a. verleihen dieser Böschungsgesellschaft eine große Farbenpracht, die bereits im Frühjahr einsetzt und bis in den Herbst hineinreicht.

In der Zusammensetzung der *Arenaria serpyllifolia*-Subvariante an den Bundes- und Nebenstraßen der SM Pfungstadt und entlang der Autobahnen der AM Darmstadt bestehen gewisse Unterschiede. Allein in der SM Pfungstadt traten mit geringer Stetigkeit noch *Geranium molle*, *Saponaria officinalis* und *Medicago lupulina* hinzu, dafür fehlen in diesen meist älteren Straßenböschungen *Cerastium semidecandrum*, *Bromus tectorum* und *Verbascum densiflorum*. Arten mit Schwerpunkt in den Grünlandgesellschaften spielen ebenfalls an den Bundes- und Nebenstraßen eine wichtigere Rolle als entlang der Autobahn (Abb. 3), was nicht zuletzt auf das regelmäßige Mulchen der Straßenränder durch die SM Pfungstadt zurückzuführen ist. Auf der anderen Seite sind in den Autobahnböschungen *Calamagrostis epigejos* und *Hypericum perforatum* stärker vertreten. Als Arten der Säume und Kahlschläge dringen sie von den angrenzenden Kiefernforsten vor. *Calamagrostis epigejos* verdrängt besonders im alten Trassen-Abschnitt der A67 südlich des Darmstädter Kreuzes die typischen kleinwüchsigen Sand-Magerrasenarten. Diese Entwicklung wird sich in Zukunft auch auf die übrigen, noch jüngeren Autobahnböschungen ausdehnen, sofern nicht durch eine regelmäßige Mahd mit Entfernung des Mahdguts der Entwicklungsrhythmus und Nährstoffhaushalt von *Calamagrostis epigejos* nachhaltig gestört wird oder sich die Lichtverhältnisse – etwa durch das Vordringen von Gehölzen – massiv verändern.

Zur *Oenothera biennis*-Variante muß auch die *Arrhenatherum elatius*-Subvariante (Spalte 4) gerechnet werden, die die wenigen Autobahnböschungen im Neckarried besiedelt, die nicht dicht mit Gehölzen bepflanzt sind. Da das Grundwasser im Ried relativ hoch ansteht, verläuft die Trasse vorwiegend auf Dämmen. Für deren Bau wurde Material aus nördlich gelegenen Sandgruben verwendet. Daraus erklärt sich der hohe Sandanteil der Böschungsböden und das Auftreten von Arten aus der *Oenothera biennis*- und *Cerastium semidecandrum*-Gruppe, wengleich bereits mit deutlich geminderter Stetigkeit und Deckung. In der angrenzenden Nutzung dominieren im Ried Ackerflächen. Zusammen mit dem hohen Basen- und Nährstoffgehalt der Böschungsunterböden sorgt die von dort ausgehende Eutrophierung dafür, daß in der *Arrhenatherum elatius*-Subvariante der *Oenothera biennis*-Variante (Spalte 4) *Arrhenatherum elatius* und *Urtica dioica* bereits regelmäßig in den *Festuca rubra*-reichen Straßenböschungen mit geringer Deckung beteiligt sind. Von den drei Subvarianten der *Oenothera*-Variante ist die *Arrhenatherum elatius*-Subvariante am stärksten ruderalisiert (Abb. 3); besonders häufig sind *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* und *Artemisia vulgaris*. Diese Arten mischen sich mit Arten des Wirtschaftsgrünlandes, so daß man in Anlehnung an FISCHER (1985) hier am ehesten von ruderalen Wiesen (*Tanaceto-Arrhenatheretum*) sprechen kann. Langfristig gesehen stellt die *Arrhenatherum elatius*-Subvariante an den Autobahnen im Ried sicher eine Übergangsgesellschaft zu den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen dar, die die älteren Straßenböschungen an Bundes- und Nebenstraßen in diesem Landschaftsraum heute beherrschen (s.u.).

Schwierig einzuordnen ist die Typische Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen (Spalte 5–6), die in zwei Subvarianten in der SM Pfungstadt beobachtet wurde. Die Typische Subvariante (Spalte 5) findet sich im Odenwald auf skelettreichen, z.T. felsigen Einschnittsböschungen, die überwiegend an Wald angrenzen. Da hier kein Oberboden aufgetragen wurde, bieten diese meist steilen Hänge Lebensraum für zahlreiche, auf trockene und basenarme Böden angewiesene Arten. Davon sind *Hypericum perforatum*, *Agrostis tenuis*, *Erigeron annuus*, *Festuca ovina* und *Hypochoeris radicata* besonders zu erwähnen. Nährstoffzeiger wie *Agropyron repens*, *Urtica dioica* und auch *Arrhenatherum elatius* sind an diesen *Festuca rubra*-Böschungen nur noch selten zu beobachten. Pflanzensoziologisch läßt sich die Typische Variante in bisher beschriebene Gesellschaften kaum einordnen (Abb. 3). Neben vielen Indifferenten sind Arten der Grünland-Gesellschaften (*Molinio-Arrhenatheretea*) besonders häufig. Charakteristisch ist jedoch der relativ hohe Anteil von Arten bodensaurer Rasen, Heiden und Wälder. Durch das regelmäßige Auftreten von *Festuca ovina*, *Hypochoeris radicata*, *Hypericum perforatum* und *Agrostis tenuis* ließe sich die Typische Variante leicht den von STOTTELE & SCHMIDT (1987) beschriebenen Schafschwingel-Straßenböschungen (*Festuca ovina* [*Nardocallunetea*/*Sedo-Scleranthetea*]-Gesellschaft) zuordnen, die in allen basenarmen Sandboden-Landschaften der Bundesrepublik ein fester Bestandteil der Straßenrand-Vegetation sind. Die starke Beteiligung von *Festuca rubra* und weiterer Arten des Wirtschaftsgrünlandes verbietet dies jedoch. Größere Übereinstimmung besteht daher mit den Straußgras-Rotschwingel-Straßenböschungen (*Agrostis tenuis*-*Festuca rubra*-[*Molinio-Arrhenatheretea*]-Derivatgesellschaft), die in basenarmen Mittelgebirgen gerne halbschattige Waldeinschnitte bedeckt (STOTTELE & SCHMIDT 1987). Dafür spricht auch das gelegentliche Vorkommen eines Säurezeigers wie *Holcus mollis* und typischer Begleiter walddnaher Gesellschaften wie z.B. *Rubus fruticosus* agg., *Lapsana communis*, *Poa nemoralis*, *Galeopsis tetrahit*, *Epilobium montanum*, *Hieracium sylvaticum* und *Moehringia trinervia*.

Bei Nebenstraßen, die durch dicht geschlossene Waldgebiete führen, kommen im Sandgebiet eine Reihe von Wald- und Waldrandarten in den *Festuca rubra*-Straßenböschungen vor, die in der offenen Landschaft fehlen: *Brachypodium sylvaticum*, *Impatiens noli-tangere*, *Viola riviniana*, *Alliaria petiolata*, *Mycelis muralis*, *Geranium robertianum*, *Moehringia trinervia* und *Hieracium sylvaticum* kennzeichnen die *Brachypodium sylvaticum*-Subvariante (Spalte 6) deutlich als frischer, basen- und nährstoffreicher als die Typische Subvariante. An diesen beschatteten, hygrophilen Standorten treten die typischen Arten der trockenen Böden zurück. Dies kommt auch in den mittleren Zeigerwerten klar zum Ausdruck.

Eine eindeutige pflanzensoziologische Zuordnung der *Brachypodium sylvaticum*-Subvariante ist nur schwer möglich. Neben der dominierenden *Festuca rubra* sind Arten der reicheren Laubwälder und Gebüsche (*Quercus-Fagetetea*) und der Schleiergesellschaften und Halbschattensäume (*Calystegio-Alliarietalia*) – insbesondere des *Alliario-Chaerophylletum temuli* – häufig. Letztere haben als nitro- und hygrophile Saumgesellschaft mit eher wärmeliebenden Arten an eutrophierten Wald- und Gebüschrändern ihren Verbreitungsschwerpunkt (DIERSCHKE 1974) und werden von ELLENBERG (1986) den ausdauernden Stickstoff-Krautfluren (*Artemisietea*) zugeordnet. STOTTELE & SCHMIDT (1987) beschreiben eine vergleichbare Gesellschaft als Waldzwenken-reiche Rotschwingel-Straßenböschung von skelettreichen, z.T. felsigen Waldeinschnitten des Odenwaldes, in denen auch die Grünlandarten der nahen Bergwiesen zahlenmäßig reich vertreten sind. Sie bilden dort vielfältige Übergänge zu den Glatthafer-Straßenböschungen.

In den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen (Spalte 7–9) nimmt die Konkurrenzfähigkeit von *Festuca rubra* deutlich ab. In ihnen dominieren hochwüchsige Arten wie *Arrhenatherum elatius* und *Urtica dioica*. Daneben grenzen sie noch *Galium aparine*, *Bromus sterilis*, *Anthriscus sylvestris* und *Equisetum arvense* mit wechselnden Stetigkeiten und Deckungsgraden von den *Festuca rubra*-Straßenböschungen ab. Dies liegt zum einem an der deutlich günstigeren Wasser-, Basen- und Nährstoffversorgung der Böden. Für die Ausbildung der *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen ist außerdem das Alter der Straßenböschungen wichtig. Es handelt sich hier um alteingewachsene Bundes- und Nebenstraßen, in denen der in den Ansaaten bevorzugte Rotschwingel keine Rolle (mehr) spielt. Besonders die

typischen Wiesenpflanzen benötigen eine lange Zeit, um in neugeschaffene Pflanzenbestände einzuwandern (WEGELIN 1984, SCHMIDT 1985, ELLENBERG 1986). Das regelmäßige Mulchen ab Juli sorgte schließlich dafür, daß – anders als in vielen anderen Landschaftsräumen der Bundesrepublik (STOTTELE & SCHMIDT 1987, RATTAY-PRADE 1988) – eine durchgehende „Verbrennesselung“ der Straßenböschungen in der SM Pfungstadt bisher nicht erfolgt ist.

Mit *Urtica dioica* und *Galium aparine* sind zwei der drei Trennarten durchgehend vertreten, die STOTTELE & SCHMIDT (1987) für die *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen in der Bundesrepublik Deutschland als kennzeichnend angeben. Die dritte Art, *Lamium album*, ist im Untersuchungsgebiet seltener beteiligt. Ihr Platz wird häufig von *Anthriscus sylvestris* eingenommen, der als aspektbildende Trennart der *Urtica dioica*-*Anthriscus sylvestris* [*Artemisietalia*/*Arrhenatheretalia*]-Derivatgesellschaft nach STOTTELE & SCHMIDT (1987) im Tiefland optimal auf feuchten bis frischen und halbschattigen Straßenrändern, in höheren Lagen bei ausreichendem Stickstoffangebot alle nicht zu schattigen Böschungen ohne Unterschied einnehmen kann.

Besonders im Odenwald werden durch die regelmäßige Mahd typische Grünlandarten gefördert. *Heracleum spondylium*, *Ranunculus repens*, *Holcus lanatus*, *Trifolium pratense* und *Poa trivialis* grenzen die *Heracleum spondylium*-Variante (Spalte 7–8) von der Typischen Variante (Spalte 9) des Neckarrieds ab, in der als schwache Trennart *Capsella bursa-pastoris* auf die in der angrenzenden Nutzung vorherrschenden Ackerflächen hinweist.

GEHÖLZFREIE BÖSCHUNGEN

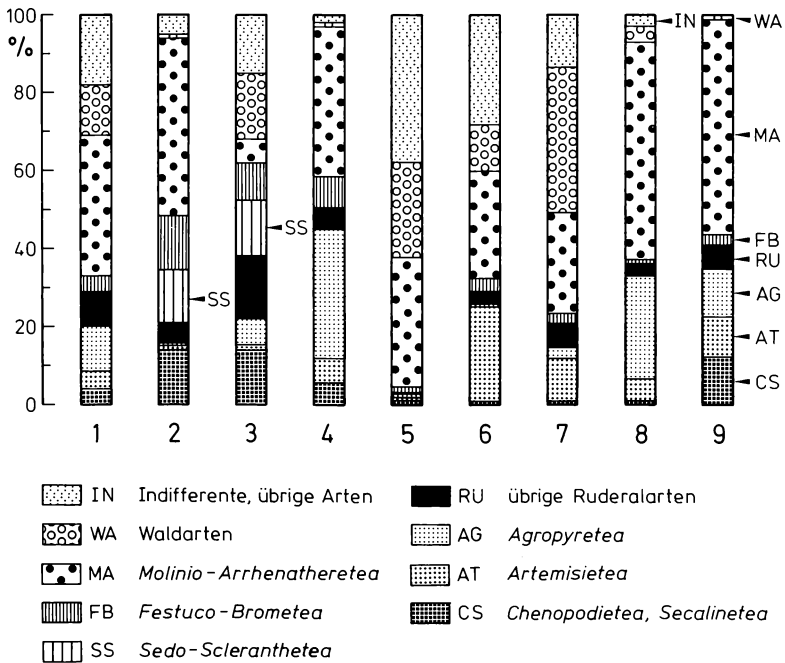


Abb. 3: Pflanzensoziologische Zuordnung der in Tab. 2 aufgeführten gehölzfreien Böschungsgesellschaften.

1–6: *Festuca rubra*-Straßenböschungen; 1–4: *Oenothera biennis*-Variante; 5, 6: Typische Variante; 7–9: *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen; 7, 8: *Heracleum spondylium*-Variante; 9: Typische Variante. Weitere Unterteilung siehe Tab. 2.

Auch die weitere Untergliederung der *Heracleum sphondylium*-Variante wird von der angrenzenden Nutzung bestimmt. Die *Poa nemoralis*-Subvariante (Spalte 7) schließt sich mit ihren zahlreichen Wald- und Saumarten gut an die *Brachypodium sylvaticum*-Subvariante auf den *Festuca rubra*-Straßenböschungen der Waldstraßen im Sandgebiet an. Gemeinsam sind diesen beiden Gesellschaften *Hieracium sylvaticum*, *Moehringia trinervia*, *Geranium robertianum*, *Mycelis muralis* und *Alliaria petiolata*. Dazu betonen *Poa nemoralis*, *Lapsana communis*, *Galeopsis tetrahit*, *Epilobium montanum*, *Galium odoratum* und *Rubus idaeus* noch stärker die Nähe des Waldes (Abb. 3). Innerhalb der *Poa nemoralis*-Subvariante gibt es alle Übergänge von frischen, nährstoffreichen Böschungen, in denen *Urtica dioica*, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*, *Vicia sepium* und *Alliaria petiolata* stark beteiligt sind, zu etwas trockeneren, weniger gut mit Stickstoff versorgten Straßenrändern, in denen die Wiesenarten häufiger sind.

Für die Böschungen in der offenen, waldfreien Landschaft des Odenwalds ist die Typische Subvariante der *Heracleum sphondylium*-Variante (Spalte 8) vorherrschend. Soweit Grünland an die Straßen angrenzt, sind die Böschungen weniger stark ruderalisiert, und Arten wie *Ajuga reptans*, *Ranunculus acris* und *Alopecurus pratensis* treten auf. *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense* und *Artemisia vulgaris* finden sich dagegen bei angrenzender Ackernutzung häufiger, *Agropyron repens* erreicht hier sehr hohe Deckungsgrade.

Im Vergleich zum Odenwald ist die Typische Variante der *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen (Spalte 9) im Neckarried noch stärker durch die Arten der Stickstoff-Krautfluren (*Artemisetea*) und der kurzlebigen Ruderalgesellschaften (*Chenopodietea*, *Secalietea*) ruderalisiert. Letztere treten vor allem an jungen Straßen verstärkt auf. In diesen artenreichen, häufig noch sehr lückigen Beständen fehlen viele der typischen Wiesenarten. Typisch für die älteren Ried-Böschungen sind hohe Deckungsgrade von *Arrhenatherum elatius*, *Agropyron repens* und *Festuca pratensis*. Dagegen tritt *Festuca rubra* stark zurück. Die Artenkombination mit mittleren Feuchte- und hohen Basen- und Stickstoffzahlen weist auf frische, gut nährstoffversorgte Böden hin.

Unter den Böschungsgesellschaften stehen sowohl die Typische Subvariante der *Heracleum sphondylium*-Variante als auch die Typische Variante pflanzensoziologisch den Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum elatioris*) am nächsten. Auf Grund des hohen Anteils an Arten oft gestörter Plätze (Abb. 3) ist eine Einordnung dieser Böschungen in die von FISCHER (1985) beschriebenen ruderalen Wiesen (*Tanaceto-Arrhenatheretum*) möglich, zumal die von FISCHER (1985) genannten Differentialarten *Agropyron repens*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Silene alba*, *Tanacetum vulgare* und *Urtica dioica* auch in den Böschungen der SM Pfungstadt häufig auftreten. Die regelmäßige Mahd erhält dabei aber ein Gleichgewicht, daß die Wiesenarten stärker begünstigt. Entsprechende Beobachtungen traf auch RATTAY-PRADE (1988) in Südbaden, wo die Straßenränder ebenfalls noch jährlich gemäht oder gemulcht werden, was für die ruderalen Wiesen im Sinne von FISCHER (1985) nicht zutrifft. RATTAY-PRADE (1988) spricht daher neutraler von Straßenrand-Wiesen (*Arrhenatherion*-Gesellschaften). In Anklang an BORNKAMM (1973) würde die Bezeichnung „Ruderaler Straßenrand-Wiesen“ wohl am besten die vielfältigen Standorts- und Entwicklungsvorgänge dieser Gesellschaften charakterisieren.

3. Die Vegetation der straßenbegleitenden Gehölze (Tab. 3)

Pflanzengemeinschaften mit Holzpflanzen in Strauch- und Baumhöhe sind entlang der Straßen vegetationskundlich schwer zu erfassen und einzuordnen. Einmal handelt es sich überwiegend um junge bis mittelalte, gepflanzte Bestände, die sich noch in einer sehr dynamischen Aufbauphase befinden. Sie werden entscheidend durch die bei der Anpflanzung ausgewählten Sträucher und Bäume geprägt. Nur auf offenen Sand- und Felsböschungen, insbesondere in Waldnähe, und an älteren Straßen beobachtet man häufiger die spontane Ansiedlung von Gehölzen. An älteren zweispurigen Straßen sind die Böschungen aber selten so breit, daß sich ein durchgehender Gehölzstreifen bilden kann, wie er z.B. für die Dämme entlang der A5 im Neckarried typisch ist.

Tab. 3: Übersicht über die Vegetation der straßenbegleitenden Gehölze in der AM Darmstadt und SM Pfungstadt. Aufgeführt sind nur Arten, die in mindestens einer Spalte die Stetigkeitsklasse III (≥40% der Aufnahmen) erreichten.

Erläuterungen:

- Spalte 1: *Cytisus scoparius*-Gebüsche
 Spalte 2, 3: *Sorbus aucuparia*-Gebüsche
 2: *Cytisus scoparius*-Variante
 3: Typische Variante
 Spalte 4, 5: *Acer-Crataegus*-Gehölze
 4: *Oenothera biennis*-Variante
 5: Typische Variante
 Spalte 6-9: *Prunus spinosa*-Gebüsche
 6, 7: *Poa nemoralis*-Variante
 8, 9: *Prunus serotina*-Variante
 8: Typische Subvariante
 9: *Anthriscus sylvestris*-Subvariante

Betriebsbezirk: D - AM Darmstadt, P - SM Pfungstadt

Naturraum: S - Sand, R - Ried, O - Odenwald

Alter der Gehölzpflanzung: J - Jung (weniger als 15 Jahre alt)
 A - Alt (mehr als 15 Jahre alt)

| Spalte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Betriebsbezirk | D | D | D | D | D | P | P | P | P |
| Naturraum | S | S | S | S | R | O | O | S | R |
| Alter der Gehölzpflanzung | J | J | J | A | A | A | J | J | J |
| Zahl der Vegetationsaufnahmen | 3 | 4 | 4 | 8 | 13 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| Mittlere Deckung der Baumschicht (%) | - | - | - | 30 | 45 | 62 | 7 | 14 | 4 |
| Mittlere Deckung der Strauchschicht (%) | 82 | 73 | 50 | 71 | 66 | 66 | 88 | 63 | 38 |
| Mittlere Deckung der Krautschicht (%) | 57 | 70 | 60 | 21 | 6 | 38 | 37 | 53 | 85 |
| Mittlere Deckung der Mooschicht (%) | - | - | - | - | - | 4 | - | 2 | - |
| Mittl. Artenzahl/Aufnahme Baumschicht | - | - | - | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Mittl. Artenzahl/Aufnahme Strauchschicht | 4 | 14 | 9 | 9 | 8 | 6 | 10 | 9 | 7 |
| Mittl. Artenzahl/Aufnahme Krautschicht | 14 | 14 | 17 | 8 | 5 | 13 | 7 | 13 | 17 |
| Angrenzende Nutzung (%) Wald | 100 | 100 | 50 | 100 | - | 20 | 50 | 50 | - |
| Grünland | - | - | - | - | 15 | 20 | 50 | - | - |
| Acker | - | - | 50 | - | 85 | 60 | - | 50 | 100 |
| Mittlere Feuchtezahl | 2.2 | 4.7 | 4.5 | 4.5 | 5.3 | 4.9 | 5.2 | 4.6 | 4.7 |
| Mittlere Reaktionszahl | 3.5 | 4.9 | 6.2 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.5 | 7.2 | 6.9 |
| Mittlere Stickstoffzahl | 3.2 | 3.9 | 5.1 | 5.3 | 6.0 | 6.3 | 6.3 | 5.8 | 6.7 |

Gehölzarten in der Baum- und Strauchschicht

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| <i>Cytisus scoparius</i> | 3 | 4 | 1 | | | | | | |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 3 | 2 | | I | | | | I | |
| <i>Lonicera xylosteum</i> | 1 | 4 | 1 | III | I | | | I | |
| <i>Prunus serotina</i> | 1 | 3 | 3 | I | I | | | IV | III |
| <i>Betula pendula</i> | 1 | | | | | | III | I | |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | 2 | 2 | 1 | V | V | | | IV | V |
| <i>Rosa canina</i> | 1 | 1 | 1 | I | I | II | IV | III | IV |
| <i>Rubus fruticosus</i> agg. | 3 | 4 | 1 | IV | | V | III | III | I |
| <i>Salix aurita</i> | 3 | | | | | | | | |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | 4 | 3 | | | + | | | | II |
| <i>Salix smithiana</i> | 3 | 2 | | | | | | | |
| <i>Symphoricarpos chenaultii</i> | 3 | 2 | | | | | | I | |
| <i>Symphoricarpos rivularis</i> | 2 | 2 | | | | | | I | I |
| <i>Eleagnus angustifolia</i> | 2 | 3 | | | | | | | |
| <i>Rosa multiflora</i> | 3 | 1 | I | | | | | | I |
| <i>Rosa rugosa</i> | 2 | 1 | | | | | | I | I |
| <i>Alnus glutinosa</i> | 3 | 2 | II | II | | | | | I |
| <i>Euonymus europaeus</i> | 1 | 2 | I | I | I | | | II | I |
| <i>Prunus mahaleb</i> | 3 | 2 | IV | III | | | | V | |
| <i>Acer campestre</i> | 3 | 3 | V | V | II | I | | V | III |
| <i>Cornus sanguinea</i> | 3 | 2 | I | II | IV | V | | I | III |
| <i>Alnus incana</i> | | 2 | | | + | | | | |

Ulmus spec.
Acer platanoides
Tilia platyphyllos
Populus spec.
Salix fragilis

| | | | |
|-----|----|---|----|
| IV | + | I | I |
| II | IV | | |
| III | II | | I |
| II | IV | I | II |
| IV | | I | I |

Crataegus monogyna
Fraxinus excelsior
Prunus avium
Acer pseudoplatanus
Corylus avellana
Quercus robur

| | | | | | | |
|---|-----|----|-----|-----|-----|----|
| I | IV | V | III | I | I | I |
| | II | II | | III | | I |
| | I | II | I | III | I | |
| | IV | II | | IV | IV | I |
| 1 | III | IV | III | III | III | I |
| 1 | III | | III | III | I | II |

Salix caprea

| | | |
|----|---|----|
| II | I | IV |
|----|---|----|

Prunus spinosa
Sambucus nigra

| | | | | |
|----|-----|-----|---|-----|
| II | IV | III | V | IV |
| | III | I | I | III |

Arten der Krautschicht

Jasione montana
Teucrium scorodonia
Rumex acetosella
Holcus mollis

| | |
|---|---|
| 2 | 1 |
| 1 | 3 |
| 1 | 2 |
| 3 | 3 |

1

Trifolium arvense
Erigeron annuus
Senecios vernalis
Berteroa incana

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 2 | 1 |
| 1 | 2 |
| 1 | 3 |

1

Conyza canadensis
Euphorbia cyparissias
Oenothera biennis
Hypericum perforatum
Agrostis tenuis
Calamagrostis epigejos

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 1 | 1 |
| 1 | 2 |
| 2 | 4 |
| 3 | 2 |
| 2 | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | I | I |
| + | I | I |
| I | I | |
| I | I | |

| |
|----|
| II |
| II |
| II |
| I |
| I |
| II |

Achillea millefolium
Tanacetum vulgare

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 2 | 4 |

| | |
|-----|----|
| II | IV |
| III | I |

Festuca rubra
Artemisia vulgaris
Convolvulus arvensis

| | | | | | | | | |
|---|---|---|-----|----|-----|----|----|-----|
| 1 | 1 | 4 | III | + | II | II | I | III |
| 1 | 1 | 4 | I | + | I | II | II | III |
| 1 | 2 | 3 | I | II | III | I | I | IV |

Leucanthemum vulgare
Agropyron repens
Dactylis glomerata
Linaria vulgaris

| |
|---|
| 2 |
| 2 |
| 1 |
| 2 |

Poa nemoralis

| | | | |
|---|---|----|----|
| 2 | I | IV | IV |
|---|---|----|----|

Sisymbrium altissimum
Bromus tectorum

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | I | | |
| 2 | | I | I |

Urtica dioica
Galium aparine
Silene alba

| | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|----|-----|
| 1 | I | III | III | V | II | III |
| 1 | I | II | | III | II | II |
| 1 | | + | | I | II | III |

Glechoma hederacea
Lapsana communis

| | | |
|----|----|-----|
| II | IV | II |
| | | III |

Arrhenatherum elatius
Sisymbrium austriacum
Medicago sativa
Cirsium vulgare
Pastinaca sativa
Taraxacum officinale agg.
Anthriscus sylvestris
Lamium album
Asparagus officinalis

| | | |
|----|----|-----|
| II | IV | V |
| II | | III |
| | | III |
| 1 | | III |
| | | II |
| | | I |
| | | V |
| | | V |
| | | III |

Die großflächigen Gehölzpflanzungen (im Bereich der AM Darmstadt nehmen die Gehölzflächen mit 67% der beidseitig kartierten Vegetationsflächen den höchsten Anteil der Straßenseitenflächen ein) entsprechen nur in wenigen Fällen den naturnahen Beispielen von Waldmänteln, Feldgehölzen oder Hecken. Die Gründe hierzu hat KRAUSE (1984) treffend unter den Schlagwörtern „Florenverfälschung“ und „Artendefizit“ aufgelistet. Nirgendso häufig trifft man in der freien Landschaft auf so viele Exoten und standortsfremde Gehölze wie gerade entlang der Straßen. Dies führt in der Regel zu einer in dieser Form unerwünschten Artenvielfalt, da bei der Pflanzung nur ein sehr kleines Artenspektrum aus der einheimischen, standortsgerechten Flora berücksichtigt wird (STOTTELE & SCHMIDT 1987).

Auch in den Gehölzpflanzungen der untersuchten Betriebsbezirke ist die Artenvielfalt sehr groß. In der AM Darmstadt wurden 52 Gehölzarten gefunden. Davon haben standortsfremde und nicht einheimische Gehölze einen Anteil von 38%. Gehäuft treten sie besonders entlang der neu ausgebauten Trasse nördlich des Darmstädter Kreuzes auf. Von den 54 in der SM Pfungstadt gefundenen Gehölzarten sind zwar auch ein Drittel als standortsfremd zu bezeichnen, doch kommen die meisten von ihnen nur ganz vereinzelt vor. Gehäuft treten sie nur in der Nähe der Ortschaften auf oder an sehr trockenen, sandigen Böschungen der Bahnüberführungen im Ried, wo fremdländische Arten wie *Prunus mahaleb*, *Prunus serotina*, *Lycium barbarum* und *Eleagnus angustifolia* zahlreich gepflanzt sind.

Trotz der sehr zahlreichen Arten bereitet die vegetationskundliche Gliederung der Gehölzpflanzungen (Tab. 3) größere Schwierigkeiten als die der Bankette und Böschungen. Viele Arten der Baum- und Strauchschicht kommen nur mit sehr geringen Stetigkeiten vor. Daneben weisen weit verbreitete Arten auffallende Verbreitungslücken auf, die sich nicht durch standörtliche Gegebenheiten oder das Alter der Bestände, sondern nur durch die Anpflanzungspraxis erklären lassen. Die heterogene Struktur, die hohe Vegetationsdynamik und die starke anthropogene Überformung schränkt auch die Berücksichtigung der Krautschicht bei der vegetationskundlichen Gliederung der straßenbegleitenden Gehölze ein. Daher hat die in Tab. 3 gegebene Übersicht nur einen vorläufigen Charakter.

Für die AM Darmstadt konnte zwischen den jungen *Cytisus scoparius*- und *Sorbus aucuparia*-Gebüsch (Spalte 1–3) sowie den älteren *Acer-Crataegus*-Gehölzen (Spalte 4–5) unterschieden werden. Auf kalkarmen Sandböden hat sich das *Cytisus scoparius*-Gebüsch (Spalte 1) spontan angesiedelt, welches aber mit der typischen Besenginsterheide (*Cytisium scoparium*, ELLENBERG 1986) wenig gemein hat. Es ist an einigen Stellen so dicht, daß außer *Pinus sylvestris* keine weiteren Gehölze Fuß fassen konnten. Spontan aufkommende *Cytisus scoparius*-Gebüsche werden auch von KRAUSE & MORDHORST (1983) von der „Sauerlandlinie“ und von RATTAY-PRADE (1988) aus dem mittleren Schwarzwald beschrieben. In beiden Mittelgebirgslandschaften stellen diese Gesellschaften vergleichsweise dauerhafte Pflanzengesellschaften dar, in denen Arten der bodensauren Buchenwälder (*Luzulo-Fagion*) mit Schwerpunkt in der submontanen und montanen Stufe stärker vertreten sind als auf den Sanden der Oberrheinischen Tiefebene.

In den bepflanzten, jüngeren Einschnittsböschungen tritt *Cytisus scoparius* rasch zurück, und standortsfremde Gehölzarten prägen die *Sorbus aucuparia*-Gebüsche (Spalte 2–3): *Salix aurita*, *Sorbus aucuparia*, *Salix smithiana*, *Symphoricarpos chenaultii*, *Symphoricarpos rivularis*, *Eleagnus angustifolia*, *Rosa multiflora* und *Rosa rugosa*. In der Krautschicht sind die *Cytisus scoparius*-Gebüsche und die *Cytisus scoparius*-Variante (Spalte 2) der *Sorbus aucuparia*-Gebüsche auf den kalkarmen Sandböden wie die anschließende *Holcus mollis*-Subvariante der *Oenothera biennis-Festuca rubra*-Straßenböschungen durch Arten mit niedrigen Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahlen gekennzeichnet: *Jasione montana*, *Teucrium scorodonia*, *Rumex acetosella* und *Holcus mollis*. Ebenfalls auf trockenen Sandböden, aber durch höhere Reaktions- und Stickstoffzahlen als deutlich kalk- und nährstoffreicher ausgewiesen, treten in den typischen *Sorbus aucuparia*-Gebüsch Ruderalarten vermehrt auf. Im Gegensatz zu den gehölzfreien Böschungen (*Arenaria serpyllifolia*-Subvariante) läßt sich in der Krautschicht keine Artengruppe abgrenzen, die kalkhaltige Böden charakterisiert. Dies liegt zum einen daran, daß für die bepflanzten Dämme kein einheitliches Material angeschüttet wurde. Auf der anderen Seite sind gerade die typischen Arten der kalkhaltigen Sand-Magerrasen (s. 4.) auf offene Flä-

chen mit vollem Lichtgenuß angewiesen. Zwar ist der mittlere Deckungsgrad der Strauchschicht in der Typischen Variante mit 50% immer noch recht niedrig, so daß sich darunter eine artenreiche Krautschicht entwickeln kann, für die niedrigwüchsigen Sandmagerrasen-Arten reichen diese Lichtverhältnisse aber nicht mehr aus, um konkurrenzfähig zu bleiben.

Auf Grund des hohen Anteils an fremdländischen Arten können *Sorbus aucuparia*-Gebüsche nicht einer bisher für Mitteleuropa beschriebenen Pflanzengesellschaft zugeordnet werden.

Für die älteren, als *Acer-Crataegus*-Gehölze bezeichneten Bestände (Spalte 4–5) sind in der AM Darmstadt folgende Arten in der Baum- und Strauchschicht typisch: *Acer platanoides*, *Tilia platyphyllus*, *Populus spec.* und *Crataegus monogyna*, in der *Oenothera biennis*-Variante (Spalte 4) noch *Ulmus spec.* (eine sichere Bestimmung war nicht möglich, da neben einheimischen Arten offensichtlich auch fremdländische angepflanzt wurden, Früchte aber nur selten zu finden waren) sowie *Salix fragilis* und weitere *Salix*-Arten in der Typischen Variante (Spalte 5). Die *Oenothera biennis*-Variante ist um das Darmstädter Kreuz konzentriert und enthält in der Krautschicht noch einige Arten der trockenen Sandböden, die auch für die *Oenothera biennis*-Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen kennzeichnend sind. Für den durch das Ried verlaufenden Autobahnabschnitt mit seinen frischen, nährstoffreichen Lehmböden zeugt der dichte Kronenschluß von Baum- und Strauchschicht in der Typischen Variante der *Acer-Crataegus*-Gehölze von der guten Wüchsigkeit der Bestände. Die Krautschicht ist sehr artenarm; durchschnittlich finden sich nur fünf Arten pro Aufnahme. Lichtmangel dürfte dafür der entscheidende Grund sein. Die wenigen Arten, die noch regelmäßig vorkommen, erreichen nur geringe Deckungsgrade und weisen allgemein auf die nährstoffreichen, frischen Böden hin.

In beiden Varianten der *Acer-Crataegus*-Gehölze überwiegen in der Baum- und Strauchschicht einheimische Arten. Sie sind pflanzensoziologisch den Edellaub-Mischwäldern (*Fagetalia*), einige der *Salix*-Arten den Weiden-Auengehölzen (*Salicetalia purpureae*) zuzuordnen

GEBÜSCHE / GEHÖLZE

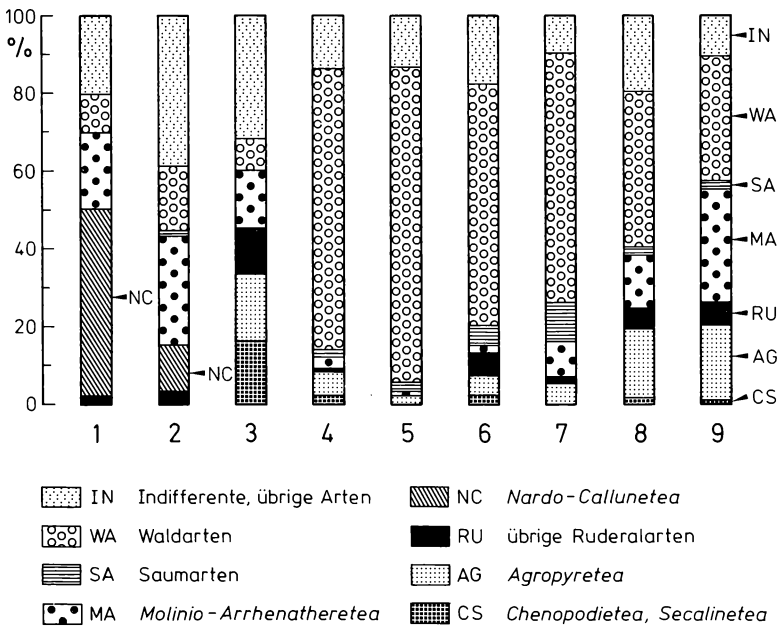


Abb. 4: Pflanzensoziologische Zuordnung der in Tab. 3 aufgeführten Gebüsch- und Gehölzgesellschaften. 1: *Cytisus scoparius*-Gebüsche; 2, 3: *Sorbus aucuparia*-Gebüsche; 4, 5: *Acer-Crataegus*-Gehölze; 6–9: *Prunus spinosa*-Gebüsche. Weitere Unterteilung siehe Tab. 3.

(ELLENBERG 1986). Diese Kombination ist ebenso standortsfremd wie das Vorkommen der zahlreichen *Populus*-Hybriden.

Auch in der SM Pfungstadt wurden in allen drei Landschaftsräumen in den letzten fünfzehn Jahren viele Gehölze an den Straßen neu gepflanzt. Ältere Bestände sind fast nur im Odenwald zu finden. Mit *Crataegus monogyna* in der Strauchschicht und *Glechoma hederacea* in der Krautschicht sind die dort vorkommenden *Prunus spinosa*-Gebüsche (Spalte 6–9) eng mit den *Acer-Crataegus*-Gehölzen entlang der Autobahn verbunden. Abweichend davon sind in den älteren Beständen des Odenwalds noch *Quercus robur* und *Sambucus nigra* häufig beteiligt. *Crataegus monogyna* trifft man in den jüngeren Anpflanzungen nur noch sehr selten, da er als Zwischenwirt des Feuerbrandes nicht mehr gepflanzt wurde. Typisch für die *Poa nemoralis*-Variante der *Prunus spinosa*-Gebüsche des Odenwaldes (Spalte 6–7) ist das Auftreten von zahlreichen Waldarten in der Krautschicht, die aber mit Ausnahme von *Poa nemoralis* nur geringe Stetigkeiten erreichen.

Im Ried- und Sandgebiet der SM Pfungstadt enthält die *Prunus serotina*-Variante der *Prunus spinosa*-Gebüsche (Spalte 8–9) wieder eine größere Zahl fremdländischer Gehölzarten. In diesen jüngeren Beständen erlaubt die artenreiche Krautschicht eine weitere Untergliederung. Für das Riedgebiet sind Frische- und Nährstoffzeiger wie *Anthriscus sylvestris* und *Lamium album* typisch. Diese *Anthriscus sylvestris*-Subvariante (Spalte 9) ist meist sehr jung und ähnelt in ihrer Krautschicht stark den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen im Ried. Im Sandgebiet mischen sich in der Typischen Subvariante (Spalte 8) mehrere Artengruppen, wobei mit geringen Stetigkeiten immer auch die Trennarten der *Oenothera biennis*-Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen beteiligt sind.

Auch in den jüngeren Gehölzbeständen der SM Pfungstadt überwiegen die Arten der heimischen Laubwälder und Gebüsche (*Quercus-Fagetalia*). Die meisten Bäume und Sträucher sind entweder den Hecken und Gebüsch (Prunetalia) oder den Buchen- und Edellaub-Mischwäldern (*Fagetalia*) zuzuordnen (ELLENBERG 1986). Auf Grund der Artenkombination in der Krautschicht spielen in der *Prunus serotina*-Variante *Agropyreteae*- und *Molinio-Arrhenathereteae*-Arten eine größere Rolle als in der *Poa nemoralis*-Variante, wo die Waldarten eindeutig den Ton angeben (Abb. 4).

4. Sandtrockenrasen (Tab. 4)

Die botanisch wertvollsten Flächen im Straßennetz des Untersuchungsgebiets finden sich an der Anschlußstelle Zeppelinheim der A5 und im Autobahnkreuz Darmstadt. Die Autobahnen durchschneiden hier größere Flugsandgebiete mit kalkarmen (Anschlußstelle Zeppelinheim) und kalkreichen Sandböden (Autobahnkreuz Darmstadt). Im Gegensatz zur Vegetation der benachbarten Autobahnböschungen ist die Pflanzendecke lückiger ausgebildet und gekennzeichnet durch zahlreiche kleinwüchsige Therophyten oder Rosettenhemikryptophyten. Als typische Trockenzeiger (F-Zahl nach ELLENBERG 1979 3) sind *Festuca ovina*, *Trifolium arvense* und *Potentilla neumanniana* in den beiden unterschiedenen Gesellschaften (Tab. 4) durchgehend vertreten. Dazu kommen in der *Aira caryophyllea*-Gesellschaft auf den kalkarmen Sandböden noch *Aira caryophyllea*, *Filago minima*, *Ornithopus perpusillus* und *Jasione montana*. Mit niedrigen Reaktionszahlen sind für diese Gesellschaft auch die Säurezeiger *Agrostis tenuis*, *Cytisus scoparius*, *Teesdalia nudicaulis* und *Scleranthus annuus* charakteristisch. Die sauren Sandmagerrasen an der Anschlußstelle Zeppelinheim sind im Vergleich zur Vegetation auf den kalkhaltigen Sandböden im Autobahnkreuz Darmstadt recht artenarm. Zusammen mit einer mittleren N-Zahl von nur 2.4 spricht dies auch für ihre geringe Ruderalisierung (Abb. 5) und läßt die *Aira caryophyllea*-Gesellschaft innerhalb der Klasse *Sedo-Scleranthetea* recht gut zu den kurzlebigen Kleinschmielenrasen (*Thero-Airetalia* bzw. *Thero-Airion*, KORNECK 1975, ELLENBERG 1986) zuordnen.

Für die kalkhaltigen Sandböden im Autobahnkreuz Darmstadt ist eine große Zahl von Trockenzeigern charakteristisch, die meist auch niedrige Stickstoff- und höhere Reaktionszahlen besitzen: *Medicago minima*, *Oenothera biennis*, *Erodium cicutarium*, *Sedum acre*, *Veronica praecox*, *Myosotis stricta*, *Euphorbia cyparissias*, *Potentilla argentea*, *Bromus tectorum*, *Heli-*

Tab. 4: Die Vegetation der Sandtrockenrasen im Bereich der AM Darmstadt.

Erläuterungen:

Aufnahme 1 und 2: *Aira caryophyllea*-Gesellschaft auf kalkarmen Sandböden der Anschlußstelle Zeppelinheim.

Aufnahme 3 bis 13: *Cerastium semidecandrum*-Gesellschaft auf kalkreichen Sandböden des Autobahnkreuzes Darmstadt.

T: Trockenzeiger (Feuchtezahl ≤3); S: Säurezeiger (Reaktionszahl ≤3);

K: Kalkzeiger (Reaktionszahl ≥7). Bei den mittleren Zeigerwerten wurde auf den Dezimalpunkt verzichtet!

Gefährdungskategorien (Gfd) für Hessen (H): HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1979); für die Bundesrepublik Deutschland (BRD): KORNECK (1984).

| Aufnahme | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Deckung der Krautschicht (%) | 60 | 75 | 70 | 45 | 50 | 70 | 80 | 60 | 75 | 60 | 50 | 25 | 70 |
| Deckung der Mooschicht (%) | - | - | 30 | 20 | 20 | - | 40 | 60 | - | - | - | - | - |
| Artenzahl | 17 | 16 | 24 | 28 | 32 | 34 | 28 | 25 | 23 | 35 | 33 | 13 | 30 |
| Mittlere Feuchtezahl | 35 | 34 | 37 | 39 | 36 | 37 | 35 | 36 | 35 | 36 | 39 | 39 | 37 |
| Mittlere Reaktionszahl | 32 | 32 | 49 | 48 | 58 | 55 | 61 | 59 | 61 | 56 | 58 | 64 | 56 |
| Mittlere Stickstoffzahl | 26 | 22 | 27 | 33 | 30 | 33 | 31 | 24 | 25 | 32 | 29 | 29 | 28 |

Trennarten der *Aira caryophyllea*-Gesellschaft

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------|---|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|
| T | <i>Filago minima</i> | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| T, S | <i>Ornithopus perpusillus</i> | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| T, S | <i>Jasione montana</i> | + | 2 | | | 1 | | | | | | | |
| S | <i>Agrostis tenuis</i> | 1 | 1 | | | | | | + | | | | |
| T, S | <i>Aira caryophyllea</i> | 1 | 2 | | | 1 | | | | | | + | |

Trennarten der *Cerastium semidecandrum*-Gesellschaft

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <i>Cerastium semidecandrum</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | | |
| | <i>Arenaria serpyllifolia</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| T, K | <i>Medicago minima</i> (Gfd H:3;BRD:-) | 1 | + | + | 2 | + | + | + | 1 | + | 1 | + | 1 |
| T | <i>Oenothera biennis</i> | 1 | 1 | + | + | + | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | + |
| K | <i>Senecio vernalis</i> | + | + | + | + | + | + | + | 1 | + | + | + | + |
| | <i>Festuca rubra</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | 1 |
| | <i>Veronica arvensis</i> | + | 1 | + | + | 1 | 1 | | | 1 | + | + | |
| T | <i>Erodium cicutarium</i> | + | + | + | + | + | + | + | 1 | + | + | + | + |
| T | <i>Sedum acre</i> | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | + |
| T | <i>Veronica praecox</i> (Gfd H:3;BRD:3) | 1 | 1 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| T | <i>Myosotis stricta</i> | 2 | 1 | 1 | + | 1 | 1 | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Arabidopsis thaliana</i> | 1 | 1 | 1 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| T | <i>Euphorbia cyparissias</i> | 1 | 1 | 1 | + | 1 | + | 1 | | | | | |
| T, K | <i>Bromus tectorum</i> | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| T, S | <i>Potentilla argentea</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 |
| T | <i>Helichrysum arenarium</i> (Gfd H:2;BRD:2) | | | 1 | 2 | | + | 1 | + | + | + | + | + |
| T | <i>Geranium molle</i> | 1 | + | | | | 1 | + | 1 | | | | |
| K | <i>Ajuga genevensis</i> | + | + | + | + | 1 | 1 | | | + | | | |
| | <i>Carex hirta</i> | 1 | | + | + | | | | | 1 | | | + |
| | <i>Calamagrostis epigejos</i> | | | 1 | + | | + | + | + | + | | | + |

Übrige Arten

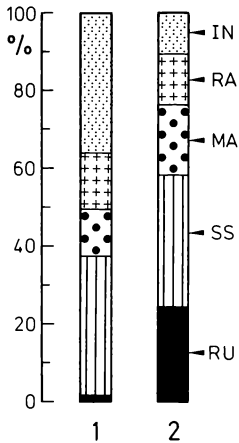
| | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T, S | <i>Festuca ovina</i> | 3 | 3 | 1 | + | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | | + |
| | <i>Hypericum perforatum</i> | + | + | + | + | + | + | | | | | + | + |
| S | <i>Rumex acetosella</i> | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | | 1 | | + | + | | |
| | <i>Plantago lanceolata</i> | 1 | + | + | + | + | + | | | + | + | | + |
| | <i>Viola arvensis</i> | + | | 1 | 2 | 1 | 1 | | + | | | | 1 |
| T, S | <i>Trifolium arvense</i> | 1 | 2 | | | 1 | | | | | 1 | | + |
| | <i>Trifolium dubium</i> | 1 | 2 | | | | 2 | | | | 1 | | 2 |
| | <i>Hypochoeris radicata</i> | 2 | 1 | | + | 1 | | | | | | | 1 |
| | <i>Achillea millefolium</i> | 1 | | | 1 | + | | | | | + | | + |
| T, K | <i>Potentilla neumanniana</i> | + | + | 2 | | 1 | + | | | + | | | + |
| | <i>Conyza canadensis</i> | | | 1 | | | | | | 1 | | | + |
| T, S | <i>Vicia lathyroides</i> (Gfd H:2;BRD:3) | | | + | 1 | | | + | + | + | | | |
| T, K | <i>Saxifraga tridactylites</i> | | | | 1 | | | + | + | 1 | | | |
| | <i>Erigeron annuus</i> | | | | + | | | | | | + | | + |
| T, S | <i>Corynephorus canescens</i> (Gfd H:3;BRD:-) | | | | | | 2 | | | | 1 | 3 | |
| | <i>Crepis capillaris</i> | + | | | | 1 | 1 | | | | | | |
| | <i>Erophila verna</i> | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | |
| T, K | <i>Anthyllis vulneraria</i> | | | 1 | | | 1 | | | | | | |
| T | <i>Asparagus officinalis</i> | | | | | | | + | | | | | + |
| K | <i>Verbascum densiflorum</i> | | | | | + | + | | | | + | | |
| | <i>Setaria viridis</i> | | | | | + | | | | | 2 | | + |
| | <i>Hieracium pilosella</i> | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | <i>Vulpia myuros</i> | | | | | | | | | | 1 | | 3 |
| T, K | <i>Silene nutans</i> | | | | | | | | + | | + | | |
| T | <i>Echium vulgare</i> | | | | | 1 | | | | | 1 | | |
| | <i>Carex ericetorum</i> (Gfd H:3;BRD:-) | | | + | | | | | | 1 | | | |
| | <i>Thymus pulegioides</i> | | | | | 1 | + | | | | | | |
| T, K | <i>Stachys recta</i> | | | | | + | | | + | | | | |
| T | <i>Silene conica</i> (Gfd H:2;BRD:2) | | | | | | + | 1 | | | | | |
| T, K | <i>Phleum arenarium</i> (Gfd H:2;BRD:2) | | | | | | | + | | | 1 | | |

| | | | | | |
|------|--|---|---|---|---|
| T, K | <i>Alyssum alyssoides</i> | | | 1 | 1 |
| K | <i>Ajuga chamaepitys</i> (Gfd H:2;BRD:3) | | | 2 | 2 |
| | <i>Apera spica-venti</i> | | | + | 1 |
| | <i>Herniaria glabra</i> | | | + | + |
| T, K | <i>Sanguisorba minor</i> | + | + | | |
| K | <i>Convolvulus arvensis</i> | | | | 1 |
| | <i>Cerastium arvense</i> | + | 1 | | |
| K | <i>Sedum telephium</i> | | | | + |
| K | <i>Saponaria officinalis</i> | | | | + |

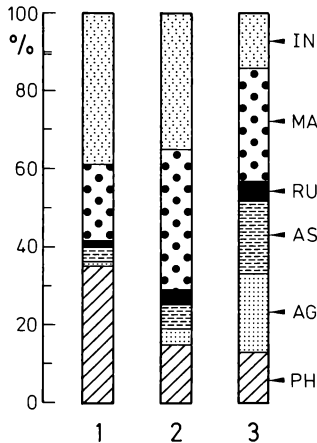
Weitere Arten (nur in einer Aufnahme):

- Nr. 1: S *Cytisus scoparius* 1; *Vicia angustifolia* +; *Potentilla recta* +.
 Nr. 2: T, S *Teesdalia nudicaulis* 1; *Genista tinctoria* 1; S *Scleranthus annuus* 1.
 Nr. 3: K *Veronica persica* +.
 Nr. 4: *Cirsium vulgare* +, *Lactuca serriola* +.
 Nr. 5: *Allium vineale* +.
 Nr. 6: *Cerastium fontanum* +; *Taraxacum officinale* +; T, K *Arabis glabra* +; *Plantago indica* +; *Anthoxanthum odoratum* +; *Descurainia proliferata* 1.
 Nr. 7: *Bromus hordeaceus* +; T, K *Centaurea stoebe* 1; *Cynoglossum officinale* +.
 Nr. 8: K *Scabiosa columbaria* +.
 Nr. 9: T, K *Helianthemum nummularium* +.
 Nr. 10: S *Digitaria ischaemum* 1; K *Ononis repens* +; *Anagallis arvensis* +; *Daucus carota* +; *Artemisia campestris* +.

SAND- TROCKENRASEN



FEUCHT- STANDORTE



- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| | IN Indifferente, übrige Arten | | RU übrige Ruderalarten |
| | RA übrige Rasenarten | | AS <i>Agrostietalia stoloniferae</i> |
| | MA <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> | | AG <i>Agropyretea</i> |
| | SS <i>Sedo-Scleranthetea</i> | | PH <i>Phragmitetea</i> |

Abb. 5: Pflanzensoziologische Zuordnung der in Tab. 4 und 5 aufgeführten Sandtrockenrasen und Feuchtstandorte. Sandtrockenrasen – 1: *Aira caryophyllae*- Gesellschaft; 2: *Cerastium semidecandrum*-Gesellschaft. Feuchtstandorte – 1, 2: *Juncus effusus*- Gesellschaft; 3: *Phalaris arundinacea*-Gesellschaft.

chrysium arenarium und *Geranium molle*. Neben diesen Arten erlaubt auch das Auftreten von *Cerastium semidecandrum*, *Phleum arenarium* und *Silene conica* eine Zuordnung der *Cerastium semidecandrum*-Gesellschaft in den Verband der kurzlebigen wärmeliebenden Sandhornkraut-Dünenfluren (*Sileno conicae-Cerastion semidecandri*), die nach KORNECK (1975) in Südwestdeutschland auf mäßig sauren, ruhenden Sanden auftritt. Die Bodenoberfläche ist bereits soweit stabilisiert, daß sich unter der lückigen, artenreichen Krautschicht häufig noch eine Moosschicht einstellen konnte.

In den Sandtrockenrasen finden sich viele Arten, die nur hier, nicht aber sonst entlang der Autobahnen und Straßen des Untersuchungsgebiets gefunden wurden. Die Großflächigkeit und Entfernung von der Trasse sowie die ungestörte Lage zwischen den Autobahnen sind hierfür die entscheidenden Gründe. Besonders die südöstliche Insel im Autobahnkreuz Darmstadt fällt durch ihren Artenreichtum mit zahlreichen gefährdeten Arten auf. Ohne Pflegemaßnahmen von Seiten der Autobahnmeisterei konnte sich eine für den Naturschutz wertvolle Lebensgemeinschaft entwickeln. Die Pionierstadien der Sukzession auf kalkhaltigem Sandboden blieben bislang weitgehend erhalten, nicht zuletzt deshalb, weil bei der Anlage auf eine Bepflanzung und einen nährstoffreicheren Oberbodenauftrag mit Ansaat verzichtet wurde und der erhöhte Nährstoffeintrag durch die umgebenden Trassen sich noch nicht entscheidend ausgewirkt hat. Eine nicht unerhebliche Rolle spielen darüberhinaus die in der Umgebung vorhandenen, floristisch wertvollen Flugsandgebiete (CEZANNE 1983), aus denen die Arten immer wieder in die Autobahnflächen einwandern können, sofern sie dort nicht selbst fruchten.

5. Feuchtstandorte (Tab. 5)

Auf Grund der Trassenanlage sind Feuchtbestände am Straßenrand relativ selten. Sie beschränken sich meist auf die fahrbahnbegleitenden Mulden und Gräben, wo Grundwassernähe oder Staunässe feuchtebedürftige Arten gedeihen lassen (STOTTELE & SCHMIDT 1987).

Gelegentlich werden Feuchtbiotope an Auffahrtsflächen und Autobahnkreuzen gezielt angelegt. Dies geschah auch an der Anschlußstelle Mörfelden in der AM Darmstadt, wo sich in der flachen Uferzone der kleinen Teiche Arten feuchter und nasser Standorte angesiedelt haben, die sonst entlang der Autobahn nicht zu finden sind: *Typha angustifolia*, *Carex gracilis*, *Carex leporina*, *Agrostis canina* und *Juncus compressus*. Dazu kommen mit *Typha latifolia*, *Juncus articulatus*, *Juncus effusus*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria* und *Carex acutiformis* Feuchte- und Nässezeiger, die auch in Mulden und Böschungen entlang der Autobahn und an Straßen des Odenwaldes auf eine zumindest zeitweise überreichliche Wasserversorgung hinweisen (Tab. 5). Viele dieser Arten sind aber auch unter wechselfeuchten Bedingungen konkurrenzfähig. Dies läßt vermuten, daß die Uferzonen auch trockenfallen können.

Die Nährstoffverhältnisse dieser Feuchtbiotope an der Anschlußstelle Mörfelden sind auf Grund des sandigen Untergrunds als mesotroph zu bezeichnen. Dafür spricht auch, daß die meisten Arten durch mittlere Stickstoff-Zahlen charakterisiert sind. Allerdings ist auf längere Sicht eine Nährstoffanreicherung durch den Straßenverkehr zu erwarten.

Pflanzensoziologisch mischen sich in den Uferzonen dieser Feuchtbiotope Vertreter der Feuchtwiesen (*Molinietalia*) sowie der Röhrichte und Seggenrieder (*Phragmitetea* bzw. *Phragmitetalia*) (Abb. 5). Besonders hoch ist der Anteil an Arten, die das Teichröhricht (*Scirpo-Phragmitetum*, ELLENBERG 1986) charakterisieren. Als *Typha*-Variante der *Juncus effusus*-Gesellschaft (Spalte 1) fehlen ihr aber weit verbreitete Straßenrandarten wie z.B. *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* und *Holcus lanatus*.

Diese treten dann in der Typischen Variante (Spalte 2) hinzu, die in feuchten Mulden entlang der A5 an einigen Stellen aufgenommen werden konnte. Neben den bereits oben erwähnten Feuchte- und Nässezeigern kommen hier noch *Carex distans*, *Lotus uliginosus*, *Phalaris arundinacea* und *Ranunculus repens* vor. Meist dominieren *Juncus effusus* und *Carex*-Arten. Der Anteil an *Phragmitetalia*-Arten ist aber deutlich geringer als in der *Typha*-Variante; die Typischen Variante der *Juncus effusus*-Gesellschaft wird stark durch *Molinietalia*-Arten geprägt. Sie läßt sich eindeutig den von STOTTELE & SCHMIDT (1987) beschriebenen Flatterbinsen-Straßenböschungen und Mulden (*Juncus effusus* [*Molinietalia*]- Gesellschaft) zuordnen, die sich durch ihren hohen Anteil an Wechselfeuchte- und Störungszeiger (*Juncus effusus*, *Agrostis stolonifera* agg., *Carex hirta*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense* u.a.) auszeichnen.

Dies trifft noch mehr für die *Phalaris arundinacea*- Gesellschaft (Spalte 3) zu, die im Odenwald vereinzelt Mulden und Böschungen besiedelt, die an feuchtes Grünland angrenzen. Wiesenspflanzen wie *Alopecurus pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Heracleum sphondylium*, *Cardamine*

Tab. 5: Übersicht über die Vegetation nasser und feuchter Standorte in der AM Darmstadt und SM Pfungstadt. Aufgeführt sind nur Arten, die in mindestens einer Spalte die Stetigkeitsklasse III ($\geq 40\%$ der Aufnahmen) erreichten.

Erläuterungen:

Spalte 1, 2: *Juncus effusus*-Gesellschaft

1: *Typha*-Variante, Anschlußstelle
Mörfelden, AM Darmstadt

2: Typische Variante, feuchte Mulden,
AM Darmstadt

Spalte 3: *Phalaris arundinacea*-Gesellschaft, feuchte
Mulden und Böschungen im Odenwald, SM Pfungstadt

| Spalte | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|
| Zahl der Vegetationsaufnahmen | 3 | 5 | 6 |
| Mittlere Deckung der Krautschicht (%) | 78 | 100 | 93 |
| Mittlere Artenzahl pro Aufnahme | 16 | 25 | 29 |
| Mittlere Feuchtezahl | 8.1 | 6.5 | 6.3 |
| Mittlere Reaktionszahl | 5.1 | 6.1 | 6.3 |
| Mittlere Stickstoffzahl | 4.9 | 5.5 | 5.6 |

Feuchte- und Nässezeiger

| | |
|---------------------------|---|
| <i>Typha angustifolia</i> | 2 |
| <i>Carex gracilis</i> | 2 |
| <i>Carex leporina</i> | 2 |
| <i>Agrostis canina</i> | 2 |
| <i>Juncus compressus</i> | 2 |

| | |
|---------------------------|------|
| <i>Typha latifolia</i> | 3 II |
| <i>Juncus articulatus</i> | 2 I |
| <i>Juncus effusus</i> | 3 V |

| | |
|----------------------------|----------|
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | 2 IV III |
| <i>Lythrum salicaria</i> | 2 IV II |
| <i>Carex acutiformis</i> | 2 III II |

| | |
|----------------------|-----|
| <i>Carex distans</i> | III |
|----------------------|-----|

| | |
|-----------------------------|-------|
| <i>Lotus uliginosus</i> | IV II |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | III V |
| <i>Ranunculus repens</i> | I V |

| | |
|----------------------------|-----|
| <i>Filipendula ulmaria</i> | IV |
| <i>Poa trivialis</i> | III |

Obrige Arten

| | |
|-----------------------------|----------|
| <i>Agrostis stolonifera</i> | 3 V V |
| <i>Carex hirta</i> | 2 IV III |
| <i>Festuca rubra</i> | 1 IV V |

| | |
|-------------------------------|-----|
| <i>Rubus fruticosus</i> agg. | V |
| <i>Vicia cracca</i> | III |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> | III |

| | |
|------------------------------|---------|
| <i>Convolvulus arvensis</i> | IV I |
| <i>Cirsium vulgare</i> | III I |
| <i>Cirsium arvense</i> | III II |
| <i>Holcus lanatus</i> | III III |
| <i>Equisetum arvense</i> | III IV |
| <i>Pastinaca sativa</i> | II III |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | I IV |
| <i>Agropyron repens</i> | I IV |

| | |
|------------------------------|-----|
| <i>Alopecurus pratensis</i> | IV |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i> | IV |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | IV |
| <i>Cardamine pratensis</i> | III |
| <i>Rumex acetosa</i> | III |
| <i>Galium mollugo</i> | III |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | III |

pratensis, *Rumex acetosa*, *Galium mollugo* und *Lathyrus pratensis* sowie als Feuchtezeiger *Filipendula ulmaria* und *Poa trivialis* sind hier typische Begleiter der *Phalaris arundinacea*-Herden. Ebenso wie viele andere Arten der Feuchtstandorte an Straßen wird *Phalaris arundinacea* durch stark wechselnde Wasserversorgung begünstigt. Mit Hilfe unterirdischer Ausläufer bildet dieses Gras nicht nur sehr konkurrenzkräftige Herden, sondern kann sich nach der Reinigung der Mulden rasch regenerieren. Entsprechende *Phalaris arundinacea*-Pionierröhrichte auf mechanisch gestörten Stellen beschreibt ZÄHLHEIMER (1979). RATTAY-PRADE (1988) fand in Straßengraben der Freiburger Bucht neben *Phalaris arundinacea*-Beständen auch solche, in denen *Carex acutiformis* dominierte. Auch diese Art kann – ebenso wie *Carex hirta*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense* und *Agropyron repens* – mit Hilfe von unterirdischen Ausläufern den mechanischen Störungen, denen die Mulden bei der Aufbringung immer wieder unterliegen, gut widerstehen.

Bewertung und Entwicklungsmöglichkeiten von Flora und Vegetation an Autobahnen und Straßen in Südhessen

Die Flora entlang der untersuchten Straßen erwies sich als ausgesprochen artenreich (Tab. 6). Mit 391 Höheren Pflanzenarten im Bereich der AM Darmstadt (52 km) und 430 Arten in der SM Pfungstadt (250 km) wurden deutlich höhere Artenzahlen erreicht als in den von STOTTELE & SCHMIDT (1987) untersuchten 14 Meßtischblättern. Dort fanden sich an den 49–144 km umfassenden Straßennetz-Ausschnitten zwischen 224 und 376 Arten. Besonders die offenen Sandstandorte in der Rheinebene, aber auch die reich strukturierte Odenwaldlandschaft mit angrenzenden Wiesen, Äckern, Wäldern und Bachläufen wirkten sich positiv auf die Artenzahlen in den Straßenbegleitflächen aus.

Eine unmittelbare Beeinflussung der angrenzenden Nutzung ist dabei nur bei zweispurigen Straßen deutlich nachweisbar, deren Randflächen artenreicher sind als die zwar weitläufigeren, aber einheitlicher gestalteten Autobahnränder. Ansaaten, in denen *Festuca rubra* dominiert, sowie der hohe Anteil an weit verbreiteten Ruderalarten auf den nicht oder nur wenig gepflegten Seitenflächen der Autobahnen, erschweren das Eindringen typischer Wiesen-, Magerrasen-, Saum- und Waldarten aus der unmittelbaren Umgebung. Auch die dichten, durchgehenden Gehölzpflanzungen und Wirtschaftswege parallel zur Autobahn wirken im Ried wie Barrieren zwischen den Lebensgemeinschaften der offenen Kulturlandschaft und den Autobahnböschungen. Am ehesten finden sich viele landschaftstypische Arten dort, wo auf Grund von trockenen Sandböden die Ansaat der konkurrenzkräftigen, hochwüchsigen Arten wenig erfolgreich war.

Der Anteil an gefährdeten Arten, die am Straßenrand gefunden wurden, ist – gemessen am Anteil an Gesamtflora der Bundesrepublik Deutschland mit 34.8% (KORNECK 1984) bzw. Hessens mit 36.0% (HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT 1979) – mit 3.1% (AM Darmstadt) und 2.1% (SM Pfungstadt) sehr gering. Dies bedeutet, daß die Straßenrandvegetation von weit verbreiteten Allerweltsarten beherrscht wird. Relativ reich an Rote-Liste-Arten sind die kalkreichen Sandböden (Tab. 4, 6). In der AM Darmstadt kommen viele der gefährdeten Arten ausschließlich im Bereich des Darmstädter Kreuzes vor, d.h. es handelt sich hier um Sonderstandorte, die mit der typischen Autobahnvegetation wenig gemeinsam haben. Angesichts der ständigen Nährstoffanreicherung und der damit verbundenen Ruderalisierung der straßenbegleitenden Vegetationsflächen besitzen die meist konkurrenzschwachen, auf nährstoffarme Böden angewiesenen Rote-Liste-Arten an den Straßen kaum Überlebenschancen. Vielmehr ist zu befürchten, daß die straßenseitigen Störungen auch auf Flächen übergreifen, die nicht unmittelbar durch die Trassen berührt werden. Entsprechende Beobachtungen kann man im Bereich des Darmstädter Kreuzes machen. Die dort vorkommenden Sandtrockenrasen zu erhalten und zu fördern sollte ein vorrangiges Ziel der AM Darmstadt sein. Eine Bepflanzung ist auf jeden Fall zu unterlassen, da viele der dort vorkommenden seltenen Arten auf offene, voll besonnte Standorte angewiesen sind. Spontan aufkommende Gehölze sind regelmäßig zu entfernen. Dies kann zusammen mit einer Mahd erfolgen, die in den lückigen *Aira*

Tab. 6: Artenzahlen und Zahl der gefährdeten Arten im Straßenbegleitgrün der AM Darmstadt und der SM Pfungstadt mit Vergleichsdaten für die BRD (KORNECK 1984) und Hessen (HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT 1979).

| Untersuchungsgebiet | AM Darmstadt | SM Pfungstadt | BRD | Hessen |
|---|--|---|-------------------------|------------------------|
| Streckenlänge (km) bzw. Fläche (km ²) | 52 km | 250 km | 249.000 km ² | 21.000 km ² |
| Artenzahl in der Krautschicht, nach Naturräumen getrennt | Sand, kalkreich 198 Sand, kalkarm 215 Ried 142 | Sand, kalkreich 224 Ried 154 Odenwald 265 | | |
| Gesamtartenzahl der Krautschicht | 339 | 376 | | |
| Artenzahl der Gehölze | 52 | 54 | | |
| Gesamtartenzahl | 391 | 430 | 2476 | 1696 |
| Prozentanteil des hessischen Florenbestandes | 23 | 25 | | |
| Zahl der Rote-Liste-Arten, nach Naturräumen getrennt | Sand, kalkreich 11 Sand, kalkarm - Ried 1 | Sand, kalkreich 8 Ried - Odenwald 1 | | |
| Gesamtzahl der Rote-Liste-Arten | 12 | 9 | 862 | 612 |
| Prozentanteil der Rote-Liste- Arten an der Gesamtartenzahl | 3.1 | 2.1 | 34.8 | 36.0 |

caryophylla- und *Cerastium semidecandrum*-Gesellschaften wie auch in den meisten Subvarianten der *Oenothera biennis*-Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen nur im Abstand von zwei bis drei Jahren notwendig ist.

Aus den vegetationskundlichen Ergebnissen lassen sich für die Entwicklung und Pflege der Straßenrand-Vegetation folgende Hinweise ableiten:

1. Bei der Anlage der Böschungsvegetation hat sich in der Vergangenheit neben einer starken Eutrophierung der Böden durch Oberbodenauftrag vor allem die Verwendung der Regelsaatgutmischung mit wenigen konkurrenzkräftigen Gräsern negativ ausgewirkt. Mehr Spielraum für die spontane Ansiedlung von Arten aus der Umgebung ist besonders bei nährstoffarmen, sandigen oder felsigen Ausgangssubstraten dringend erforderlich, um bedrohten Pflanzengesellschaften wie Magerrasen überhaupt eine Chance zu bieten (KRAUSE & MORDHORST 1983, ULLMANN 1984, ULLMANN & HEINDL 1987, NAGLER & SCHMIDT 1987, STOTTELE & SCHMIDT 1987).

2. Bei der Pflege muß die Entwicklung einer standortgerechten, vielfältigen Vegetation am Straßenrand das vorrangige Ziel sein. Charakteristisch für die gehölzfreie Straßenrand-Vegetation ist heute ein in fast allen Vegetationseinheiten vertretener Grundartenbestand aus allgegenwärtigen Kulturbegleitern mit weiter ökologischer Amplitude, starker Konkurrenzkraft und hoher Ausbreitungsfähigkeit. Dabei handelt es sich auf der einen Seite um mesophile Grünlandpflanzen (*Festuca rubra*, *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*), andererseits um Störungszeiger wie *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* und *Artemisia vulgaris*. Diese „Ruderalisierungs-Elemente“ unterscheiden die Straßenböschungen von typischen Wiesengesellschaften und sind auch in den übrigen Pflanzengesellschaften regelmäßig vertreten.

Durch eine zweimalige Mahd mit Entfernung des Mähguts lassen sich aus den *Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen auf den nährstoffreicheren, frischeren Böden artenreiche Wiesengesellschaften entwickeln, die durch eine zunehmend intensivere Grünlandwirtschaft heute stark zurückgehen. Trockene Standorte auf lockeren Sanden sind weniger produktiv. Die *Oenothera biennis*-Variante der *Festuca rubra*-Straßenböschungen benötigt daher nur eine einmalige Mahd im Spätsommer oder Frühherbst – auf besonders armen Böden im Abstand von zwei bis vier Jahren –, um die Gehölzansiedlung und Versaumung zu verhindern. Artenreiche Sandmagerrasen mit einem hohen Anteil an gefährdeten Arten können sich dann hier langfristig entwickeln. Auch für Straßenböschungen in Waldeinschnitten, die nicht unter einer Eutrophierung und Herbizideinwirkung angrenzender landwirtschaftlicher Nutzflächen leiden, empfiehlt sich eine Mahd am Ende der Vegetationsperiode. Diese kann in *Urtica dioica*-reichen Straßenböschungen (*Urtica dioica*-*Arrhenatherum elatius*-Straßenböschungen, *Heraclium sphondylium*-Variante, *Poa nemoralis*-Subvariante) jedes Jahr erfolgen, so daß sich Stickstoff-Krautfluren und Halbschattensäume als standortgemäße Vegetation entwickeln. Für trockene, sonnige Waldböschungen (Sand, Fels) genügt ein Herbstschnitt alle zwei bis drei Jahre, um wärmeliebende Staudensäume und Magerrasen zu begünstigen. Eine Entfernung des Mähguts ist dabei mit Ausnahme der *Urtica dioica*-reichen Straßenböschungen dem Mulchen vorzuziehen, da dadurch der durch Bau und Betrieb eutrophierte Boden an Nährstoffen wieder verarmen kann (SCHMIDT 1984, 1985).

3. Bei Gehölzpflegemaßnahmen sollten vorrangig standortsfremde Arten entfernt werden. Nachteilig auf die Bestandesstruktur wirkt sich besonders bei jüngeren Gehölzstreifen auch der hohe Anteil von Bäumen und Pioniergehölzen aus, den es stufenweise zu reduzieren gilt. Aus Gründen des Immissionsschutzes, des Naturschutzes, des Landschaftsbildes und der Kulturgeschichte sind die straßenbegleitenden Gehölzpflanzungen an lang ausgezogenen Böschungen zu dichten, heckenartigen Gehölzstreifen bzw. zu reich strukturierten Waldmänteln und – soweit es die Fläche erlaubt – Feldgehölzen zu entwickeln. An Nebenstraßen erlaubt der schmale Straßenrand vielfach nur das Anpflanzen von Einzelbäumen oder Alleen, wobei in der offenen Feldlandschaft wieder mehr auf Obstbäume zurückgegriffen werden sollte. Wo offene Magerstandorte vorhanden sind oder neu entstehen, sollten sie jedoch unbedingt erhalten bleiben – möglichst durch schmale Hecken gegen Nährstoff- und Pestizideinträge angrenzender Ackerflächen geschützt. Diese Magerrasen stellen allgemein die wertvollsten straßenbeglei-

tenden Biotope dar (ULLMANN 1984, ULLMANN & HEINDL 1986, NAGLER & SCHMIDT 1987, STOTTELE & SCHMIDT 1987, RATTAY-PRADE 1988).

Aus ökologischer Sicht können Neutrassierungen und Ausbau bestehender Straßen heute nur noch sehr selten befürwortet werden (HABER 1983, MADER 1987). Daher muß für die Straßenbauverwaltungen in Zukunft die biotopgerechte Pflege der vorhandenen Straßenränder eindeutig im Vordergrund stehen, wenn man die gesetzlichen Forderungen des Naturschutzes und der Landschaftspflege erfüllen will (STOTTELE & SCHMIDT 1987).

Literatur

- BORNKAMM, R. (1973): Die Unkrautvegetation im Bereich der Stadt Köln. I. Die Pflanzengesellschaften. – *Decheniana* 126: 267–306. Bonn.
- BRANDES, D. (1988): Die Vegetation gemähter Straßenränder im östlichen Niedersachsen. – *Tuexenia* 8: 181–194. Göttingen.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. – Springer, Wien-New York. 865 S.
- BROD, H.G. (1984): Auswirkungen der Auftausalze auf physikalische, chemische und biologische Bodenparameter. – *Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* 25: 236–242. Berlin-Hamburg.
- CEZANNE, R. (1983): Über die Pflanzendecke offener und bewaldeter Flugsandstandorte bei Darmstadt, auch unter Naturschutz Gesichtspunkten. – *Dipl.-Arb. TH Darmstadt*. 104 S.
- DIERSCHKE, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortgefülle an Waldrändern. – *Scripta Geobot.* 6. Göttingen. 246 S.
- DIERSCHKE, H., HÜLBUSCH, K.H., TÜXEN, R. (1973): Eschen-Erlen-Quellwälder am Südwestrand der Bückeberge bei Bad Eilsen, zugleich ein Beitrag zur örtlichen pflanzensoziologischen Arbeitsweise. – *Mitt. Florist.-Soziol. Arb.gem. N.F.* 15/16: 153–164. Todenmann-Göttingen.
- EHRENDORFER, F. (Hrsg.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. – Fischer, Stuttgart. 318 S.
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. – Ulmer, Stuttgart. 156 S.
- (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. – *Scripta Geobot.* 9. Göttingen. 122 S.
- (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 4. Aufl. – Ulmer, Stuttgart. 989 S.
- ELLENBERG, H., MÜLLER, K., STOTTELE, T. (1981): Straßenökologie. Auswirkungen von Autobahnen und Straßen auf Ökosysteme deutscher Landschaften. – *Broschürenreihe d. Deutschen Straßenliga* 3: 19–122. Bonn.
- ELLENBERG, H., STOTTELE, T. (1984): Möglichkeiten und Grenzen der Sukzessionslenkung im Rahmen straßenbegleitender Vegetationsflächen. – *Forschung Straßenbau u. Straßenverkehrstechnik* 459. Bonn-Bad Godesberg. 67 S.
- EULER, J. (1974): Naturpark Bergstraße-Odenwald. – *Schriftenr. Inst. Natursch.* 10/4. Darmstadt. 59 S.
- FISCHER, A. (1985): „Ruderaler Wiesen“ – Ein Beitrag zur Kenntnis des Arrhenatherion-Verbandes. – *Tuexenia* 5: 237–248. Göttingen.
- FITSCHEN, J. (1987): Gehölzflora. 8. Aufl. – Quelle & Meyer, Heidelberg-Wiesbaden. 762 S.
- HABER, W. (1983): Die Straße im ökologischen Gefüge der Landschaft. – In: *FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN* (Hrsg.): Die Straße in Natur und Landschaft. S. 33–55. Köln.
- HELLMUTH, U. (1987): Die Anpassung annualer Arten an die Bleibelastung vielbefahrener Straßen. – *Dipl.-Arb. Univ. Göttingen*. 128 S.
- HELMING, W., RUNGE, M. (1979): Zum Auftreten bleitoleranter pflanzlicher Populationen an der Autobahn. – *Verh. Ges. Ökologie* 7: 407–412. Göttingen.
- HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1979): Rote Liste der in Hessen ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen. 2. Fassung. – Wiesbaden. 46 S.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRASSENBAU (Hrsg.) (1987): Verkehrsmengenkarte 1985. – Wiesbaden. 1 Karte.
- HÜGIN, G. (1963): Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. – *Beitr. Landespflege* 1, Festschr. Prof. Wiebking: 186–250. Stuttgart.
- KLAUSING, D. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 151 Darmstadt. – *Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung, Bad Godesberg*. 61 S.
- KNAPP, R. (1963): Die Vegetation des Odenwaldes. – *Schriftenr. Inst. Natursch.* 6/4. Darmstadt. 150 S.

- KNAPP, R., ACKERMANN, H. (1952): Die natürliche Vegetation an der nördlichen Bergstraße. – *Schriften d. Naturschutzstelle Darmstadt 1*. Darmstadt. 43 S.
- KORNECK, D. (1975): Beitrag zur Kenntnis mitteleuropäischer Felsgras-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetea). – *Mitt. Florist.-Soziol. Arb.gem. N.F.* 18: 45–102. Todenmann-Göttingen.
- (1984): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). 3. Fassung, Stand 31. 12. 1982. – In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., SUKOPP, H., (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in der Bundesrepublik Deutschland: 128–148. 4. Aufl. – Kilda, Grevin.
- KRAUSE, A. (1984): Gehölzpflanzungen in der Landschaft: zwischen Florenverfälschung und Artenvielfalt? – *Taspo-Magazin* 6/84: 10–11. Braunschweig.
- KRAUSE, A., MORDHORST, H. (1983): Rasenansaat, Gehölzpflanzungen und spontane Vegetation als Komponenten des Straßenbegleitgrüns an der BAB 45 "Sauerlandlinie". Mit einem Beitrag über ausgleichende Maßnahmen nach Eingriffen in den Naturhaushalt. – *Schriften. Min. Stadtentwicklung, Wohnen u. Verkehr d. Landes Nordrh.-Westf.* 15. Düsseldorf. 110 S.
- MADER, H.-J. (1987): Straßenränder, Verkehrsnebenflächen – Elemente eines Biotopverbundsystems? – *Natur u. Landschaft* 62: 296–299. Stuttgart.
- MEDERAKE, R., SCMMIDT, W., STOTTELE, T. (1988): Möglichkeiten und Grenzen standortsgemäßer Vegetationsentwicklung auf Straßenbegleitflächen unter dem Einfluß extensiver Pflegemaßnahmen. Ausgangssituation und Zwischenergebnisse für den Zeitraum 1984–1986. – *Forschung Straßenbau u. Straßenverkehrstechnik (im Druck)*. Bonn-Bad Godesberg.
- NAGLER, A., SCHMIDT, W. (1987): Die Erfassung der straßenbegleitenden Vegetation als Grundlage extensiver Pflegemaßnahmen zur Förderung rückläufiger Arten und Lebensgemeinschaften. – In: SCHUBERT, R., HILBIG, W. (Hrsg.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. T. 1. – *Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg* 1987/4 (P26): 251–284. Halle.
- OVERDORFER, E. (Hrsg.) 1983: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. T. 3. 2. Aufl. – Fischer, Jena. 455 S.
- PHILIPPI, G. (1970): Die Kiefernwälder der Schwetzingener Hardt (nordbadische Oberrheinebene). – *Veröff. Landesst. Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemb.* 38: 46–92. Karlsruhe.
- (1971): Sandfluren, Steppenrasen und Saumgesellschaften der Schwetzingener Hardt (nordbadische Rheinebene). – *Veröff. Landesst. Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemb.*: 67–130. Karlsruhe.
- RATTAY-PRADE, R. (1988): Die Vegetation auf Straßenbegleitstreifen in verschiedenen Naturräumen Südbadens – ihre Bedeutung für den Naturschutz und ihre Bedeutung für ein Biotopverbundsystem. – *Diss. Botan.* 114. Berlin-Stuttgart. 230 S.
- SCHMIDT, W. (1984): Der Einfluß des Mulchens auf die Entwicklung von Ackerbrachen – Ergebnisse aus 15-jährigen Dauerflächenbeobachtungen. – *Natur u. Landschaft* 59: 47–55. Stuttgart.
- (1985): Mahd ohne Düngung – Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen. – *Münst. Geogr. Arb.* 20: 81–99. Paderborn.
- SCHWENZER, B. (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 139 Frankfurt am Main. – *Bundesanstalt f. Landeskunde u. Raumforschung, Bad Godesberg*. 35 S.
- SPENCER, H.J., PORT, G.R. (1988): Effects of roadside conditions on plants and insects. II. Soil conditions. – *J. Appl. Ecology* 25: 709–715. Oxford-Edinburgh.
- SPENCER, H.J., SCOTT, N.E., PORT, G.R., DAVISON, A.W. (1988): Effects of roadside conditions on plants and insects. I. Atmospheric conditions. – *J. Appl. Ecology* 25: 699–707. Oxford-Edinburgh.
- STOTTELE, T. (1981): Vegetationsökologischer Vergleich von Pflanzenbeständen nah und fern der Autobahn A7 Fulda-Würzburg. – *Dipl.-Arb. Univ. Göttingen*. 114 S.
- (1987): Vergleichende Vegetations- und Florenuntersuchungen an Straßen und Autobahnen der Bundesrepublik Deutschland, dargestellt am Beispiel der Lüneburger Heide. – In: SCHUBERT, R., HILBIG, W. (Hrsg.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. T. 3. – *Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg* 1987/46 (P31): 211–253.
- STOTTELE, T., SCHMIDT, W. (1987): Flora und Vegetation an Straßen und Autobahnen der Bundesrepublik Deutschland. – *Forschung Straßenbau u. Straßenverkehrstechnik* 527. Bonn-Bad Godesberg. (im Druck).
- ULLMANN, I. (1984): Schutz und Pflege artenreicher Trockenrasen an Verkehrswegen. – *Lauf. Seminarbeiträge ANL* 5: 44–55. Laufen.
- ULLMANN, I., HEINDL, B. (1986): „Ersatzbiotop Straßenrand“ – Möglichkeiten und Grenzen des Schutzes von basiphilen Trockenrasen an Straßenböschungen. – *Ber. ANL* 10: 103–118. Laufen.
- (1987): „Bandförmige“ Zonierungen an Verkehrswegen: Struktur und Dynamik der Phytozönosen. – In: SCHUBERT, R., HILBIG, W. (Hrsg.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. T. 1. – *Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg* 1987/4 (P26): 199–217. Halle.

WEGELIN, T. (1984): Schaffung artenreicher Magerwiesen auf Straßenböschungen. Eignung von verschiedenem Saatgut für die Neuschaffung Mesobrometum-artiger Bestände. Eine Untersuchung in der Nordschweiz. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel 82. Zürich. 104 S.

ZAHLHEIMER, W.A. (1979): Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. – Hoppea 38: 3–398. Regensburg.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Andreas Nagler
Albrechtstraße 8
D-2800 Bremen 1

Prof. Dr. Wolfgang Schmidt
Dipl.-Biol. Tillmann Stottele
Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität
Untere Karspüle 2
D-3400 Göttingen