©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Ber. Bayer. Bot. Ges.	49	35—42	31. Dez. 1978	ISSN 0373-7640

Einige soziologische und ökologische Auswirkungen von Bahnemissionen auf die Wiesenvegetation

Von W. Odzuck, Vaterstetten

Abstract 35
Einleitung 35
Methodik 36
Standortsituation 36
Ergebnisse 36
1. Emissionen des elektrifizierten Bahnverkehrs 36
2. Pflanzengesellschaften an der Bahnstrecke 38
a) Soziologisches Verhalten 40
b) Ökologisches Verhalten, Lebensformen und anatomischer Bau 40
3. Synoptische Betrachtung 40
Diskussion 41
Literatur 42

Abstract

Some sociological and ecological effects of rail traffic on the meadow vegetation. — Abstract: 1. An electrified railway line in the Bavarian foothills affects the environment and has sociological and ecological effects on the meadow vegetation detectable up to a distance of 12 m from the rails. 2. The existence of the following factors liable to influence the environment has been proved: refuse, dust, blasts of air, noise, optical irritations, vibration (and herbicides). Among these, refuse (up to 12 m), blasts of air (up to 7 m) and sprayed herbicides (used to prevent the vegetation from encroaching upon the track; up to 4 m) have a detectable effect on the vegetation. 3. Sociologically, all three negative factors result in the Arrhenatheretalia being influenced by an inhomogeneous „weed-like vegetation of a type often found in disturbed areas" (Polygono-Chenopodietalia, Agropyretalia), and this influence, which decreases with distance from the track, is still detectable up to 12 m away. 4. From an ecological point of view, basi- and nitrophytical species thrive near the railway line. They grow on the refuse up to a distance of 12 m from the rails. The life forms (geophytes and therophytes) and the anatomical structures (scleromorphics) indicate effects, apart from the effects of herbicides, due to blasts of air some cases up to a distance of 7 m.

Einleitung

Neben bewußt ausgeübten chemischen (Düngung) und mechanischen (Mahd, Tritt, Verbiß) Einflüssen sind natürliche Rasengesellschaften heute indirekten Belastungsfaktoren anthropogen bedingter Emissionsquellen ausgesetzt (z. B. dem Straßenverkehr; 10, 11). Eine solche stellt auch der Bahnverkehr mit seinen verschiedenartigen Emissionen dar. Diese zu untersuchen und ihre pflanzensoziologischen und einige ökologische Auswirkungen aufzuzeigen, soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Methodik

Kresse-, Fangpflanzentest und Bestimmung des Staubniederschlages erfolgten wie bei STEUBING und KUNZE (1972) angegeben. Die Windgeschwindigkeit wurde nach der Beaufort-Skala geschätzt (STEUBING 1965), Lärm mit dem Schallpegelmesser der Firma Brüel und Kjoer, Kopenhagen, registriert und Müll von je 10 m² Fläche gewogen. Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wurde nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) ermittelt. Es erfolgten je 5 Aufnahmen pro Bahnentfernung bei sonniger und schattiger Exposition in ebenem Gelände sowie an einem Südhang (dort nur 3,5 und 7 m Wert), insgesamt also 15 Aufnahmen pro Bahnentfernung. Die ökologischen Mittelwerte und Prozentzahlen ergaben sich aus den Zeigerwerten der Arten nach ELLENBERG (1974) und wurden nach der Artmächtigkeit berechnet.

Standortsituation

Der Untersuchungsraum lag im bayerischen Alpenvorland an der Strecke München bis Salzburg, zwischen Grafing und Rosenheim, etwa 30 km SO von München. Er gehört der mittelmontanen Zone an (520 m über NN) und liegt petrographisch auf kalkreichem Moränenmaterial der Würmeiszeit.

Die Bahnlinie wurde um 1870 angelegt. Untersucht wurden, nach Auskünften der Bundesbahn, etwa 10 Jahre unberührt (ungemäht, ungedüngt, nicht betreten) gebliebene Vegetationsstellen. Die einzigen direkten Maßnahmen bestehen in einem ein- bis zweimaligen Besprühen des Bahnkörpers mit Herbiziden im Jahr von den Gleisen aus (kräftig bis 4 m Entfernung). Die zweigleisige Strecke hat beidseitig je 2—3 m Schotter. Humus als Substrat für die Pflanzen ist ab 3 m Entfernung ausreichend vorhanden. Die Strecke verläuft dort in W-O-Richtung.

Ergebnisse

1. Emissionen des elektrifizierten Bahnverkehrs

Die Bahnstrecke ist sehr stark frequentiert: Im Sommer verkehren etwa 240 Züge/Tag, meist zwischen 6.00 und 22.00 Uhr, im Winter etwa 180. Die Emissionen beeinflussen die Pflanzen also vor allem zur Zeit der photosynthetisch aktiven Periode und stoßweise, im Sommer tagsüber etwa alle 5 Minuten. Weitere Emissionsquellen waren nicht vorhanden. Die Luftverunreinigung durch Gase entfällt infolge des elektrifizierten Betriebs (99 %, 1 % Dieselloks).

Art, Reichweite und Intensität der Emissionen sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Alle Angaben über die Emissionen wie über die Pflanzengesellschaften beziehen sich zunächst nur auf etwa ebenes Gelände entlang der Bahn. Allein die Herbizidwirkung geht nicht direkt

Emissionen	Intensität 3,5 m	7 m	12 m	25 m	Anmerkung
Müll (g/m² · Jahr)	48	30	3	—	Siehe Tab. 2
Staub (g/m² · 30 d)	2,63	2,24	0,93	0,84	Flaches Gelände
Wind (Beaufort)	5	3	—	—	Flaches Gelände
Lärm (dB)	96	91	85	76	Güterzug
Optischer Reiz	+	+	+	+	Auf den Menschen
Erschütterung	+	+	—	—	Bodenabhängig
(Herbizid)	+	—	—	—	(1—2mal/Jahr)

Tab. 1: Emissionen eines elektrifizierten Bahnverkehrs bei angrenzender Wiesenvegetation

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

vom Bahnverkehr aus. Da sie mit ihm jedoch in unmittelbarem Zusammenhang steht und sich beträchtlich auf die Pflanzengemeinschaft auswirkt, wurde sie mit aufgeführt.

Direkt auf die Vegetation wirken: Müll, Staub, Wind und Herbizide.

Die Müllmengen sind beträchtlich und lassen sich verschiedenen Stoffgruppen zuordnen (Tab. 2). Zu unterscheiden ist dabei zwischen jährlich anfallendem Müll und dem Müllbestand. Glas (Glasscherben) und Eisenteile (Bier- und Colabüchsen) häufen sich im Lauf der Jahre an und stellen daher die Hauptmasse des Müllbestandes. Hingegen unterliegen organische Substanzen, Textilien und Papier einem raschen Abbau. Gerade aber durch die rasche Mineralisierung ist von ihnen ein deutlicher soziologischer und ökologischer Einfluß zu erwarten. Die Unterschiede zwischen Jahresmüll und Müllbestand sind auf andere Gebrauchsmaterialien und -gewohnheiten zurückzuführen. Einer Abnahme von Glasmaterial steht eine Zunahme von Papier- und Kunststoffgegenständen in den letzten Jahren gegenüber.

	Jahresmüll in g/m²			
Stoffgruppe	3,5 m	7 m	12 m	25 m
Glas	17	—	—	—
Eisenteile	6	8	—	—
Textilien	—	1	—	—
Papier	7	13	2	—
Kunststoffe	10	7	1	—
Organ. Abfälle	8	1	—	—
Insgesamt	48	30	3	—
	Müllbestand in g/m²			
	3,5 m	7m	12m	25m
Glas	262	135	—	—
Eisenteile	40	45	—	—
Textilien	13	—	—	—
Papier	2	6	—	—
Kunststoffe	2	2	1	—
Organ. Abfälle	2	—	—	—
Insgesamt	321	188	1	—

Tab. 2: Müllanfall in Abhängigkeit von der Bahnentfernung

Staub, aufgewirbelt durch die Windstöße, vom fast kahlen Bereich bis 4 m, aber auch von abgeriebenen Metallteilen stammend (Schienen, Räder), überschreitet nur geringfügig den für Kurgebiete zulässigen Betrag von 2,5 g/m². 30 d (Kreeb 1974). Im Vergleich mit einer viel befahrenen Straße (Odzuck 1977) vermag er u. a. Photosynthese oder Gaswechsel nicht zu beeinträchtigen. Durch den Abrieb ist auch eine besondere Förderung oder Hemmung einzelner Arten unwahrscheinlich. Die dort verlegte, verschleißfeste Schiene

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

S 54 (oder UIC 60) enthält 0,6—0,8 Gew. % C, 0,5 % Si, 0,8—1,3 % Mn, 0,05 % P, 0,05 % S, neben Fe. Da an Eisenionen nie Mangel herrscht, die Anteile der übrigen Elemente aber äußerst gering sind, sind weder von der Quantität noch der Qualität des Staubes soziologisch oder ökologisch Auswirkungen auf die Vegetation zu erwarten.

Die Windstöße haben nur eine geringe Reichweite, sind aber in unmittelbarer Bahnnähe so kräftig, daß aufgestellte Weckgläser noch in 3,5 m Entfernung glatt umgeworfen werden. Daher ist eine Beeinflussung der Vegetation in Bahnnähe wahrscheinlich (Abb. 1).

Die Herbizide sollen ein Hineinwachsen der Vegetation in den Gleisbereich verhindern. Ihre Selektionswirkung ist bis 4 m Entfernung enorm, so, daß sich dort allein Arten mit großer Resistenz bzw. angepaßtem Entwicklungszyklus behaupten können.

Indirekt wirken auf die Vegetation: Lärm, optische Reize und Erschütterungen.

Akustische und optische Reize zeigen die größte Reichweite und wirken vor allem auf Säuger und Vögel, die beim Nahen der Züge bis 12 m fast immer Fluchtreaktion zeigen. Viele werden jedoch aus dem nahen Bahnbereich völlig verdrängt und fehlen dann in den Nahrungsbeziehungen. Die fehlenden großen Pflanzen- und Insektenfresser ermöglichen dort andererseits ein gehäuftes Auftreten von Wirbellosen (Insekten, Schnecken). Auswirkungen der Erschütterungen konnten nicht nachgewiesen werden.

Die ökologische Wirksamkeit und Reichweite der Emissionen auf die oberirdischen Pflanzenteile zeigt der Fangpflanzentest (Abb. 1):

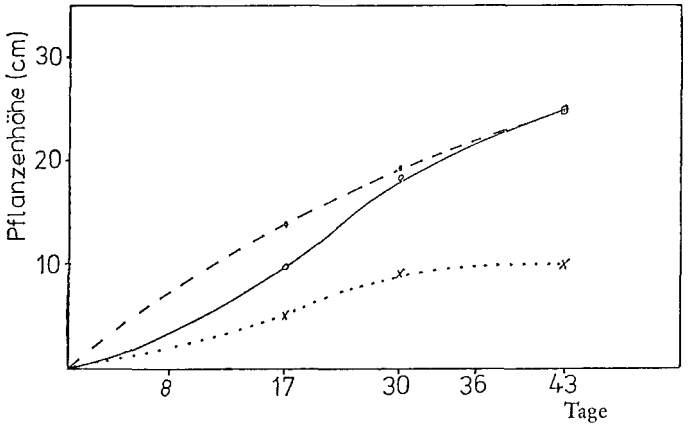

Abb. 1: Einfluß von Bahnemissionen auf Fangpflanzen *(Phaseolus aureus)* in Abhängigkeit von der Gleisentfernung (. . . . = 3,5 m, ——— = 7 m, — — — = 12 m)

In 3,5 m Entfernung wurden die Bohnenpflanzen in Fahrtrichtung verbogen, die Internodien verkürzten sich, die generative Entwicklung beschleunigte sich (vorzeitiges Blühen). Die Windstöße verhindern die normale Entwicklung der Pflanze, während es in 7 m Entfernung nach Ablauf des empfindlichen Jugendstadiums zu einer vollständigen Erholung und weiterem normalen Wachstum kam. Von allen Emissionen wirken sich also allein die Windstöße kurzfristig oberirdisch und zum Teil bis 7 m aus. Der Kressetest auf Schadstoffe im Boden verlief negativ. Reichweite und Auswirkungen aller Emissionen über einen langen Zeitraum geben jedoch zuverlässig die Pflanzengesellschaften und deren ökologische Aussagewerte an.

2. Pflanzengesellschaften an der Bahnstrecke

Eine Übersicht über die Artenkombinationen in verschiedener Entfernung von den Gleisen gibt Tab. 3.

Die lückenhafte Vegetation bei 3,5 m, vor allem bedingt durch Herbizide und Windstöße, geht ab 4 m in eine geschlossene Rasengesellschaft über, die bei 7 m noch ruderal

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Gesellschaft	Aufnahme	3,5 m	7 m	12 m	25 m
	Artenzahl	10	30	48	34
	Aufnahmefläche (m^2)	20	20	20	20
	Deckungsgrad (%)	14	100	100	100
		S.A	S.A	S.A	S.A
A 8.4	Aegopodium podagraria L.	II.+	IV.2	I.+	
	Cirsium arvense Scop.	II.+	III.1	I.1	I.+
3.611	Convolvulus arvensis L.	I.+	II.1	I.+	
	Equisetum arvense L.	IV.2	IV.1	III.1	
3.4	Papaver rhoeas L.	I.+			
3.31	Polygonum persicaria L.	I.+			
	Silene vulgaris Garcke	I.+	II.1	II.1	
B 5.42	Achillea millefolium L.		III.1	IV.1	IV.2
5.421	Arrhenatherum elatius L.		IV.3	III.2	II.+
5.4	Dactylis glomerata L.		II.+	IV.1	V.1
5.4	Festuca pratensis Huds.		I.+	III.2	IV.2
	Galium mollugo L.		V.2	IV.1	IV.1
5.42	Heracleum sphondylium L.	I.+	IV.1	IV.2	III.1
	Lotus corniculatus L.		III.1	III.1	V.2
5.321	Ranunculus bulbosus L.		III.1	III.1	IV.1
	Trifolium pratense L.		III.1	III.1	III.1
C	Pimpinella saxifraga L.	II.+		II.1	
	Taraxacum officinale Web.	I.+		III.1	IV.2
	Agrostis stolonifera L.		I.1	I.+	II.1
	Agrostis tenuis Sibth.		I.+	II.+	III.2
	Angelica sylvestris L.		I.+	II.+	
6.211	Calamagrostis epigeios Roth		II.+		
	Cirsium oleraceum Scop.		I.+	III.2	II.1
	Hypericum perforatum L.		I.+	I.+	
	Knautia arvensis Coult.		I.+	II.1	I.+
	Linaria vulgaris Mill.		I.+		I.+
	Plantago lanceolatum L.		I.+	II.1	V.2
5.4	Ranunculus acris L.		I.+	II.1	IV.1
	Rhinanthus serotinus Oberny		I.+	III.1	
	Salvia verticillata L.		I.+	I.+	
	Veronica chamaedrys L.		II.1	I.+	III.+
5.4	Vicia cracca L.		II.+	II.+	I.+
	Vicia sepium L.		II.+	I.+	
6.11	Viola hirta L.		II.+	II.+	I.+
	Alchemilla vulgaris L.			I.+	IV.1
	Briza media L.			II.1	III.+
	Campanula rotundifolia L.			I.+	I.+
	Carex flacca Schreb.			I.+	II.1
	Carex hirta L.			II.1	I.+
5.4	Holcus lanatus L.			II.1	II.1
	Leontodon autumnales L.			II.1	IV.2
	Molinia coerulea Moench			II.1	I.+
	Pastinaca sativa Pf.			II.+	I.+
5.423	Phleum pratense L.			I.+	I.+
3.71	Potentilla anserina L.			II.+	
5.423	Trifolium repens L.			II.1	IV.1

Allein bei 12 m waren mit S:I und A:+ noch vertreten: Cerastium glomeratum Thuill., Centaurea jacea L., 6.21 Fragaria vesca L., Galium verum L.,5.4 Prunella vulgaris, Tragopogon pratensis L.. Einzig bei 25 m ebenso: 5.42 Bellis perennis L., 5.23 Thymus serphyllum L.

Tab. 3: Soziologische Aufnahmen der Wiesenvegetation in Abhängigkeit von der Bahnentfernung (S = Stetigkeit, A = Artmächtigkeit)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

beeinflußt ist. Bei 12 m erreichte die Artenzahl ein Maximum. Bei ebenfalls 10 Aufnahmen in 100 m Entfernung ergaben sich keine Änderungen soziologischer und ökologischer Natur gegenüber der Artenkombination bei 25 m, weshalb sie in Tab. 3 und 4 aus Übersichtsgründen weggelassen wurden.

a) Soziologisches Verhalten

Dieses wurde aus den Zeigerwerten der Arten (ELLENBERG 1974) ermittelt (Tab. 3 und 4). Die Betrachtung der Klassen-Charakterarten zeigt, daß die „Krautige Vegetation oft gestörter Plätze" (A in Tab. 3) bei 3,5 m inhomogen ist. Sie gehört dem Polygono-Chenopodietalia und Agropyretalia an und ist verbandsmäßig dem Convolvulo-Agropyrion zuzuordnen. *Aegopodium podagraria* ist auch Zeiger für Unkraut- bzw. Ruderalgesellschaften, d. h. eine zur „Vegetation gestörter Plätze" tendierende Art und wurde daher zur Gesellschaft A gerechnet.

Der Anteil dieser Gesellschaft verringert sich rasch mit wachsender Entfernung von den Gleisen und im selben Maß wie die Vegetation „Anthropozoogener Heiden und Wiesen" zunimmt (B in Tab. 3, Tab. 4). Alle Artenkombinationen ab 7 m sind dem Arrhenatheretalia (Fettwiesen) zuzuordnen.

b) Ökologisches Verhalten, Lebensformen und anatomischer Bau

Generell treten klimatisch Halblichtpflanzen und Mäßigwärmezeiger auf, die ozeanischen bis subozeanischen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und auf mittelfeuchten, schwachsauren bis schwachbasischen Böden mäßig stickstoffreicher Standorte vorkommen (Tab. 4).

Von besonderem Interesse sind die ökologischen Gruppenwerte für Bodenreaktion und Stickstoffversorgung. Beide nehmen mit wachsender Entfernung von der Bahn ab. Der basi- und nitrophytische Charakter nahe den Gleisen ist auf die nachgewiesenen Müllmengen (Tab. 1, 2) zurückzuführen.

Auf extreme Standortverhältnisse bzw. oberirdisch kräftig wirksame Emissionen weisen bei 3,5 m Therophyten und der hohe Anteil der Geophyten hin, der auch bei 7 m noch über dem normalen Wert liegt. Im Fall der Therophyten werden ausdauernde Konkurrenten durch ständige Störungen (Herbizide, Windstöße) ferngehalten, im Fall der Geophyten sind diese bei ständigen Windstößen gegenüber den Hemikryptophyten im Konkurrenzvorteil. Die Windstöße selektionieren ferner sommergrüne Arten heraus (3,5 m, geringer bei 7 m) — im Winter weist die lückenhafte Vegetationsdecke zu extreme Bedingungen auf (dort fehlende Schneedecke) — und skleromorphe Arten, bei denen die morphologische Resistenz (avoidance) erhöht ist.

3. Synoptische Betrachtung

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse sind in Tab. 4 zusammengefaßt. Daraus geht hervor, daß der Bahnbereich um 3,5 m Entfernung eine Sonderstellung einnimmt. Von den Emissionen überwiegen hier Herbizide und Wind als Streßfaktoren mit ihrem hemmenden Einfluß auf die Vegetation, wie die geringe Vegetationsbedeckung beweist. Die dortige Artenkombination hat sich ganz an die herrschenden Bedingungen angepaßt (Geo-, Therophyten, Sommergrüne, Skleromorphe) bis zum Verband herunter (Convolvulo-Agropyrion). Der Müll bewirkt den basi- und nitrophytischen Charakter der Vegetation.

In 7 m Entfernung ist praktisch nur noch die Müllwirkung vorhanden (Stickstoff- und Reaktionszahl), die sich auch soziologisch in einem noch deutlich nachweisbaren Anteil bemerkbar macht. In 12 m Entfernung verliert sich auch der Mülleinfluß in Spuren (Reaktionszahl, soziologisches Verhalten).

Die Bahnstrecken verlaufen jedoch häufig auf Dämmen mit Hangbildung. Führt dies zu wesentlichen Änderungen? Soziologisch wie ökologisch ergaben sich am Sonnenhang bei 3,5 und 7 m Entfernung von den Gleisen im Vergleich mit dem in etwa ebenen Bahnbereich im allgemeinen dieselben Tendenzen. Soziologisch lag der Anteil der „Krautigen Ve-

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Entfernung von der Bahn		3,5m	7 m	12 m	25 m
Immissionen					
Müllbestand (g/m^2)		321	188	1	-
Jahresmüll (g/m^2)		48	30	3	-
Wind (Beaufort)		5	3	-	-
Herbizide		+	-	-	-
Soziologisches Verhalten					
Krautige Vegetation oft gestörter Plätze	%	80	20	15	-
Anthropo-zoogene Heiden und Wiesen	%	20	80	85	100
Ökologisches Verhalten					
Reaktionszahl	mR	7,00	6,85	6,80	6,50
Stickstoffzahl	mN	5,20	5,10	4,70	4,70
Wechselfeuchtezeiger	%	27	12	17	12
Lebensformen					
Geophyten	%	36	21	13	11
Therophyten	%	14	-	2	-
Blattausdauer					
Sommergrüne	%	100	78	68	63
Anatomischer Bau					
Skleromorphe	%	28	16	18	16

Tab. 4: Emissionsbezogene, floristisch-ökologische Gliederung der Wiesenvegetation eines Bahnbereiches

getation oft gestörter Plätze" (Agropyretalia und in diesem Fall Plantaginetalia) bei 3,5 m um 50 % (gegenüber 80 %) und bei 7 m um 30 % (gegenüber 20 %). Ökologisch lag die Temperatur- und Kontinentalitätszahl höher, auch die Reaktionszahl, aber nicht die Stickstoffzahl (abwärtswandernder Müll). Der Prozentsatz der Geophyten war bei 7 m bereits auf normalem Standortniveau (kein Windeinfluß mehr), der der Skleromorphen bei 3,5 m besonders hoch. In einer größeren Entfernung als 12 m von der Bahn herrscht sowohl in ebenem Gelände wie bei Hanglage eine von Emissionen ungestörte Rasengesellschaft vor.

Diskussion

Wie beim Straßenverkehr (Odzuck 1977) und beim Badebetrieb (Odzuck 1972) werden auch durch den Bahnverkehr die Pflanzen zur Zeit ihrer photosynthetisch aktiven Periode durch Emissionen belastet.

Bei den Windstößen (Tab. 1) überwiegt bis 4 m Entfernung eindeutig die mechanisch deformierende Wirkung gegenüber der positiven durch Erneuerung der CO_2-verarmten Luftgrenzschicht an den Blättern, die ab 4 m die Photosynthese fördern dürfte.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Bis 4 m Entfernung von den Gleisen ist die Belastbarkeitsgrenze der Wiesenvegetation (Arrhenatheretalia) überschritten (Tab. 3), vor allem infolge der Herbizidwirkung. Diese verfälscht die Einflüsse des eigentlichen Bahnverkehrs bis 4 m Entfernung sehr. Bei Nicht-Anwendung wäre die Vegetationsdecke geschlossener und die Zahl der Wechselfeuchtezeiger und Therophyten geringer. Eine soziologische Zonierung würde sich wahrscheinlich dennoch, wenn auch weniger ausgeprägt, ergeben. Ökophysiologisch interessant dürften charakteristische Pflanzen des 3,5 m Bereichs hinsichtlich des Anteils von protoplasmatischer („tolerance") und morphologischer („avoidance") Resistenz sein (KREEB 1974). Die morphologische (Skleromorphie) scheint einen beträchtlichen Anteil zu erreichen.

Der Mülleinfluß, soziologisch noch bei 12 m in Spuren nachweisbar (Tab. 4), ist dort auf weit schwebendes Papier und dünne Kunststofftüten zurückzuführen. Dies dürfte auch die äußerste Grenze der pflanzenökologischen Auswirkungen sein (Tab. 4), die auch praktisch auf alle elektrifizierten Bahnstrecken, soweit sie Grünland durchziehen, übertragbar erscheint. Zusammen mit den verursachenden Emissionen bzw. Immissionen kann sie in einen Immissionskataster aufgenommen werden (STEUBING 1973).

Zur weiteren Charakterisierung des Bahnbereichs ist es nötig, den Energiefluß in verschiedenen Abständen von der Bahn zu ermitteln. Dabei würde es bereits genügen festzustellen, wie hoch die Nettoprimärproduktion ist und wie deren Verteilung auf Weide- und Detritus-Nahrungskette erfolgt (RUNGE 1973). Aber auch die Untersuchung abiotischer (z. B. Evaporation) und biotischer Faktoren (Veränderung der Konkurrenzverhältnisse im tierischen Bereich) wäre nötig, um ein Gesamtbild von den Auswirkungen des Bahnverkehrs auf die Wiesenvegetation zu erhalten.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Wiss. Rat und Professor Dr. H. REHDER vom Institut für Botanik der TU München für Ratschläge und Durchsicht der Arbeit.

Literatur

BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Springer, Wien-New York. — ELLENBERG, H. 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Goltze, Göttingen. — KREEB, K. 1974: Ökophysiologie der Pflanzen. Fischer, Stuttgart. — ODZUCK, W. 1972: Auswirkungen eines Badebetriebs auf die Pflanzen- und Tierwelt eines Sees. Natur Landsch. 47, 337—341. — ODZUCK, W. 1978: Soziologische und ökologische Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Wiesenvegetation. Landsch. Stadt 10, 23—29. — RUNGE, M. 1973: Energieumsätze in den Biozönosen terrestrischer Ökosysteme. Goltze, Göttingen. — STEUBING, L. 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Parey, Hamburg. — STEUBING, L. 1973: Immissionskataster als Bestandteil des Landschaftskatasters. Natur Landsch. 48, 39—43. — STEUBING, L. und Ch. KUNZE 1972: Pflanzenökologische Experimente zur Umweltverschmutzung. Quelle und Meyer, Heidelberg. — SUCHODOLLER, A. 1967: Untersuchungen über den Bleigehalt von Pflanzen in der Nähe von Straßen und über die Aufnahme und Translokation von Blei durch Pflanzen. Dissert., Zürich. — TRAUTMANN, W. 1972: Erste Ergebnisse von Rasenuntersuchungen an Dauerflächen der Bundesautobahnen. Rasen-Turf-Gazon 1, 6—11. — WILMANNS, O. 1973: Ökologische Pflanzensoziologie. Quelle und Meyer, Heidelberg.

Dr. Wolfgang ODZUCK, Gymnasium Vaterstetten
Johann-Strauß-Str. 41, D-8011 Vaterstetten

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: 49

Autor(en)/Author(s): Odzuck Wolfgang

Artikel/Article: Einige soziologische und ökologische Auswirkungen von Bahnemissionen auf die Wiesenvegetation 35-42