

Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege

Laufen/Salzach

ANL

Exemplar aus dem Archiv

Wir bitten um Rückgabe!



BIOTOPISOLIERUNG DURCH STRASSENBAU AM BEISPIEL AUS- GEWÄHLTER ARTEN-FOLGERUNGEN FÜR DIE TRASSENWAHL

Hans Joachim Mader

Referat gehalten anlässlich des Seminars
Straßenbau - Naturschutz und Landschaftspflege
an der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
in Füssen vom 2. - 4. Oktober 1978

Herausgeber ANL, Laufen/Salzach

Fachseminar Straßenbau - Naturschutz und Landschaftspflege - Zusammenfassung

Mit dem Fachseminar Straßenbau - Naturschutz und Landschaftspflege setzte die ANL eine Gesprächsreihe zwischen Vertretern des Naturschutzes und der Landschaftspflege und hierzu oft im Zielkonflikt stehender Fachdisziplinen fort.

Diese Seminarreihe hat nicht nur das Ziel, vorhandene Spannungen und gegenseitige Vorurteile abzubauen. Vielmehr sollen konstruktive Gespräche dazu beitragen, die gegenseitigen fachlichen und sachlichen Zwänge und Forderungen kennen- und verstehen zu lernen und darüber hinaus bestehende Gemeinsamkeiten, sowie Wege positiver Zusammenarbeit aufzuzeigen.

Schon im Einführungsreferat wurde deutlich, daß den Vertretern des Straßenbaues oftmals die gesetzliche Grundlage zur Durchführung landschaftspflegerischer Maßnahmen fehlt. So ist z.B. die Schaffung von Ersatzbiotopen durch Ankauf außerhalb der Trasse liegender Flächen bisher nicht möglich. Gerade aber mit der Schaffung von Ersatzbiotopen könnte seitens der Straßenbauverwaltung für die enormen Eingriffe in den Naturhaushalt ein Ausgleich geschaffen werden.

Es geht hierbei nicht vordergründig um Ästhetik des Landschaftsbildes. Auf diesem Gebiet hat der Straßenbau unzweifelhaft viel Mühe verwandt, Gutes geleistet und Anerkennung gefunden. In der heutigen Zeit wächst die Erkenntnis, daß es um quantitative und insbesondere qualitative Eingriffe in den Naturhaushalt geht, die sich im Wesentlichen in folgenden Stichworten aufzeigen lassen:

- Zerschneiden und Zerstören von Lebensräumen (Biotope)
- Störung von Wanderungsbeziehungen verschiedenster Tierarten und somit z.B. erhöhte Wildunfallgefahr
- Luftabflusssperren durch Aufschütten von Dämmen, dadurch Änderung des Mikroklimas
- Hangrutschungen in Einschnitten und Dämmschüttungen, sowie Änderung der hydrologischen Situation
- Untergrunds Schäden durch Gründung und Auflast
- Trockenschäden
- Versalzung des Bodens durch Salzwasserabfluß sowie Verbren-

- beschleunigter Wasserabfluß durch Flächenbefestigung, dadurch erhöhte Erosionsgefahr im umliegenden Gelände, aber auch
- Beeinträchtigung des Bodenwasser-Haushaltes durch Oberflächenabfluß
- Verfälschung und Verarmung der Fauna und Flora durch Herbizideinsatz
- Immissionen durch Abgase, Müll, Reifenabrieb und Lärm.

Aus dem Seminarthema ausgeschlossen wurde die Frage nach den generellen Notwendigkeiten des Straßenaus- oder -neubaues, da diese Entscheidungen weder von der einen, noch von der anderen Fachdisziplin allein getroffen werden können.

Beschränkt auf die Frage, wie ein durchzuführender Eingriff mit den geringsten Belastungen für den Menschen und den Naturhaushalt getätigt werden kann, zeigte eine Umweltverträglichkeitsprüfung am Beispiel einer Autobahntrasse neue Wege auf.

Diese, für EDV-Verfahren aufbereitete Untersuchung stellt nach einem vorgegebenen Bewertungskatalog die Alternativtrassen in einem Punktesystem neutral gegenüber. Nachteilig dürfte sich für dieses System auswirken, daß das Programm und die Bewertungskriterien nicht übertragbar sind und daher für jeden Landschaftsraum neu erstellt werden müssen. Die anfallenden Kosten werden dieses Verfahren sicher nur für überregionale Verkehrsadern zulassen, nicht aber für den Aus- und Neubau der vielen untergeordneten Straßen.

Die Gegenüberstellung von Ansichten und Forderungen zur Trassengestaltung und Begrünung aus der Sicht des Verkehrsteilnehmers einerseits und des Naturschutzes andererseits ergab ganz eindeutig, daß die Standpunkte nicht so weit voneinander entfernt sind, wie gemeinhin angenommen wird.

Weder der ADAC, als Vertreter der Verkehrsteilnehmer, fordert die Beseitigung sämtlicher Straßenbäume noch besteht der Naturschutz auf der Baumpflanzungen an sämtlichen Streckenabschnitten. So kann es als gute Vereinbarung hingenommen werden, daß bei Straßenneubauten eine Baumpflanzung im Mindestabstand von 4,50 m erfolgen soll. Bei bestehenden Straßen mit altem Baumbestand muß geprüft werden, ob dieser nicht durch andere Maßnahmen, z.B. Geschwindigkeitsbeschränkung, erhalten werden kann.

Im Verlauf der Diskussionen wurde vor allem deutlich, daß der Grund vieler Auseinandersetzungen ein zu spätes Einschalten der Naturschutzbehörden in der Planungsphase ist.

Einhellig wurde der Vorschlag begrüßt, die Naturschutzbehörden unter Darlegung der Ausbaunotwendigkeit schon in der Anfangsphase der Planung zu beteiligen.

Oftmals ist es möglich, ohne Mehraufwand eine Trasse im Sinne des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu planen, wenn die fachlichen Forderungen rechtzeitig eingebracht werden. Andererseits aber ist es ein bekanntes psychologisches Problem, daß eine Planung von ihrem Ersteller gegen Einwendungen und Änderungsvorschläge verteidigt wird, gemeinsame Planung hingegen gemeinsam vertreten wird.

Völlig neue Aspekte zeigte das hier im Anschluß veröffentlichte Referat über die Biotopisolierung durch Straßenbaumaßnahmen.

Das Ergebnis des Forschungsvorhabens hat bewiesen, daß die Biotopisolierung weit über das bekannte Maß hinausgeht. Selbst eine durch Neubaumaßnahmen entfernte alte Straße wirkt noch durch ihren Aufbau und die Verdichtung nicht nur auf die Flora, sondern auch besonders auf die Kleintierwelt biotopisolierend.

So schafft eine begradigte oder aufgelöste Kurve im Bereich zwischen alter und neuer Straße einen isolierten Inselbiotop, in dem sich aufgrund der verbleibenden meist geringen Restgröße die typischen Biotopbewohner nicht mehr halten können.

Anhand dieser Forschungsergebnisse wurde deutlich, daß der Straßenbau sich weit stärker auf den Naturhaushalt auswirkt, als bisher angenommen und sich nicht nur auf den unmittelbaren Bereich des Straßenkörpers erstreckt. Eine Verpflichtung mehr, zukünftig besonders überlegt und umsichtig zu planen.

Es kann wohl als Beispiel für die konstruktive und positive Seite des Seminars gewertet werden, daß dem Referenten des vorerwähnten Beitrages spontan seitens der Straßenbauvertreter angeboten wurde, bei einem anstehenden Neubau einer Autobahnauffahrt mitzuwirken und seine Erkenntnisse dort in die Praxis umzusetzen.

"Biotopisolierung durch Straßenbau am Beispiel ausgewählter Arten-Folgerungen für die Trassenwahl."

1. Einleitung

Das Problem des übermächtigen Einflusses anthropogener Maßnahmen auf die Gleichgewichtsprozesse im Naturhaushalt und das Funktionieren der Ökosysteme ist hinlänglich bekannt. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Zerstückelung bzw. Parzellierung unseres Lebensraumes wie sie praktisch mit jeder Infrastrukturmaßnahme einhergeht. Kanäle, Schienen und Autostraßen zerschneiden das Land, Waldschneisen für Überlandleitungen, Satellitenstädte und Flugplätze schlagen tiefe Wunden in das Flächengefüge ehemals großräumiger Ökosysteme. CURTIS demonstriert in einer Studie von 1956 die Entwicklung eines ehemals zusammenhängenden Waldgebietes in Wisconsin in den Jahren von 1831 - 1950 (Abb. 1).

Der Straßenbau ist an dieser, für die Ökologie und den Naturschutz so beklagenswerten Entwicklung, nämlich der Zerstückelung und Parzellierung maßgeblich beteiligt.

In zunehmenden Maße werden Straßen den neuesten technischen Kenntnissen und Sicherheitserfordernissen angepaßt. Sie werden neu gebaut, ausgebaut, erweitert, begradigt - all das im Hinblick auf Wirtschaftswachstum, Rationalisierung und menschliche Bequemlichkeit.

Über direkte Wirkungen des Straßenverkehrs auf die Fauna ist mannigfaltig berichtet worden (u.a. HAAS 1964, TAMM 1976) besondere Aufmerksamkeit wurde dabei den Wild- und Vogelverlusten geschenkt, aber auch Spezialprobleme wie Amphibienstraßen und Igeltod wurden diskutiert und Lösungsvorschläge unterbreitet. Hier soll nun der Fragenkomplex der Isolationswirkung von Straßen auf die Tierwelt näher untersucht werden.

Effekte dieser Art, wenn sie vorhanden und nachweisbar sind, sind schwer quantifizierbar und für den Nichtfach-

mann möglicherweise unerwartet und unverständlich. Es ist höchste Zeit, das Augenmerk auf Langzeitfolgen unserer Eingriffe in den Naturhaushalt zu wenden - und wegzu- kommen von der Argumentation mit direkten Auswirkungen. Diese sind - weil sichtbar und aktuell - oft leichter verständlich und auch eher kalkulierbar, Langzeitfolgen dagegen sind gefährlicher, und wenn zu spät erkannt, in den meisten Fällen irreparabel.

Ökologische Langzeitfolgen sind wie die Entwicklung eines Krebsgeschwürs oder Giftstoffanreicherung in der Nahrungskette Alarmsignale, die den Einsatz höchster wissenschaftlich-analytischer Forschungsaktivität als auch technisch-praktischer Gegenmaßnahmen erfordern.

Die Tendenz, Straßen wegen der einfacheren und billigeren Landbeschaffung durch Wälder, Feuchtgebiete, wenig intensiv genutztes Agrarland und entlang der Flußläufe zu führen, wirft das Problem der Zerschneidung naturnaher Biotope und der Isolation von Lebensgemeinschaften auf, da solche Gebiete Lebensräume des Restbestandes unserer freilebenden Tierwelt darstellen.

2. Forschungsrichtung

In den Vegetationsperioden der Jahre 1977 und 1978 habe ich im südlichen Odenwald (Raum Königsstuhl - Heidelberg) mit Hilfe von Marc-Recapture Versuchen unter anderem die Fähigkeit epigäischer Arthropoden und Kleinsäuger untersucht, mit dem "Hindernis: Straße" fertig zu werden, wobei mich die Denkansätze der quantitativen Ökosystemforschung insbesondere der Inselökologie geleitet haben.

2.1. Gegenstand dieser Forschungsrichtung sind isolierte Lebensräume, wie sie einerseits als echte Meeres- oder Süßwasserinseln in Erscheinung treten, andererseits als "Habitatinseln" wie Berggipfel, Waldparzelle im Agrarland, Tümpel, Teiche, Weiher, Stadtpark etc. vergleichbare ökologische Voraussetzungen bieten (Abb. 2).

Kennzeichnend für echte Inseln wie "Habitatinseln" sind

- Arealgröße,
- streng definierte Grenze des Ökosystems,
- Isolation,
- abiotische Veränderungen wie: Klima und Mikroklima-
veränderung
- durch Einwanderungs- und Aussterbeprozesse gesteu-
erter kontinuierlicher Artenfluß.

Der Forschungszweig "Inselökologie" ist wichtiger Bestand-
teil der modernen amerikanischen Ökosystemforschung (Mac
ARTHUR and WILSON 1973, SIMBERLOFF 1976).

Bei einem Forschungsaufenthalt auf den Seychellen 1975 haben
wir versucht, die Besonderheiten der Inselfituation aus öko-
logischer Sicht zu studieren und dabei vor allem das Ressour-
cen - Angebot in die Modellentwicklung einzubeziehen. (MÜH-
LENBERG, MADER et al. 1977 a,b).

2.2. Das Ökosystem der Inseln, wobei ich Habitatinseln zu-
künftig in diesen Begriff einbeziehe, unterliegt folgenden
z.T. noch unzureichend nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten:

- Flächen-Arten-Kurve: $S = A \cdot c^Z$
- Arten-Gleichgewicht-Modell
(MacARTHUR, WILSON 1963) (Abb. 3).
- Speziationszentren, Evolutionszentren;
Artbildungsprozesse laufen schneller ab
- besonders gefährdete Lebensräume durch
Fremdeinflüsse,
- Selbstregulationsprozesse kennen nur
- beschränktes Reaktionsspektrum.

3. Methode

Es steht außer Zweifel, daß Autostraßen für einen beträcht-
lichen Teil derjenigen Lebensgemeinschaft, die sie durch-

queren, eine erhebliche Barriere darstellen. Dabei gehen seitens der Straße und des Verkehrs vor allem folgende Parameter in die Abschätzung der Isolationswirkung ein:

- Breite der Straße,
- Verkehrsdichte,
- mittlere Verkehrsgeschwindigkeit,
- Anlage der Trasse (Damm, Einschnitte etc.),
- Straßenrandgestaltung - Begrünung,
- evtl. Wildschutzmaßnahmen.

Erste quantitative Untersuchungen unter Berücksichtigung verschiedener Straßentypen wurden von OXLEY et al. 1974 durchgeführt.

Im Rahmen meiner Untersuchungen wählte ich eine wenig befahrene, 6 m breite Kreisstraße im Odenwald, die K 4161 zwischen Königstuhl und Gauangelloch. Als mittlere Verkehrsdichte wurden 150 KFZ/h gezählt, wobei dieser Wert in den Nachtstunden noch erheblich niedriger liegen dürfte. Die Fahrzeuge haben in diesem Streckenabschnitt eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 60 - 80 km/h (Abb. 4).

Die Untersuchungen wurden in 7 Fragenkomplexe aufgeteilt:

- 1) - Abiotik von Straße und Straßenrandbereich
Mikroklimagradient Temp, rel. Luftfeuchte,
Evaporation, Lux
- 2) - Pflanzensoziologie und Strukturdiversität in der Übergangszone Straße - Wald (Edge-Effekt).
- 3) - Straßenüberquerungsversuche mit Käfern.
- 4) - Marc and Recapture Versuche
(Markierung - Wiederfang) mit Mäusen der Arten
Apodemus sylvaticus und *Apodemus flavicollis* und mit
flugunfähigen Käfern vor allem der Familien Carabidae
und Staphylinidae.
- 5) - Zonationsbiozönose

6) - Vergleich der Lebensgemeinschaft isolierter Waldstücke untereinander.

(H_s u. H_{diff} Berechnungen)

7) - Laborversuch: Aktivität von Carabidae im Übergangsbereich Straße (Asphalt) - Straßenrand - Wald.

Eine umfassende Darstellung der Meßergebnisse und der Resultate der Freilandversuche findet sich bei MADER 1979.

4. Ergebnisse

4.1. Die Abiotik von Straße und Straßenrandbereich und die hier sich ausbildenden Mikroklimagradienten.

Es wurden bis 50 m Tiefe in den Wald hinein von der Straße weg alle 5 m Luxwerte und Bodentemperatur gemessen sowie an jeweils 3 äquidistant gestaffelten Meßpunkten Windgeschwindigkeit und Verdunstungsrate. Die Messungen wurden unter gleichen Bedingungen mehrfach wiederholt und gemittelt.

Das Ergebnis kann zusammenfassend folgendermaßen dargestellt werden: Siehe Abb. 5.

Die Straße stellt demnach die für Waldgebiete, aber auch für Feuchtgebiete, typische Situation minimaler abiotischer Schwankungen auf den Kopf. Hält der Wald wie ein dichter Mantel Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Verdunstungsrate und Windgeschwindigkeit in den unteren Strata relativ konstant, so ist die Straße durch eine hohe Schwankungsbreite aller 4 Parameter infolge ihrer hohen Ein- und Abstrahlungsrate gekennzeichnet. Die Mikroklimaverhältnisse von Straße und Straßenrand entsprechen eher denen einer Steppe als denen von Wald- oder Feuchtgebieten gemäßigter Breiten (INSTITUT NATURSCHUTZ U. TIERÖKOLOGIE 1977).

4.2. Pflanzensoziologie und Strukturdiversität in der Übergangzone Straße - Wald (Edge-Effekt):

Für jeden der 90 im Straßenrandgebiet festgelegten Fallenstandorte wurde die Anzahl der Pflanzenarten im Umkreis

von 1,5 m unterschieden nach Krautpflanzen und Holzgewächsen bestimmt sowie eine Strukturuntersuchung durchgeführt.

Bei der Strukturuntersuchung wurden 8 Merkmalsgruppen unterschieden:

- Anzahl der Pflanzen in 1 m Umkreis
(Wuchshöhe über 20 cm)
- Anzahl der Holzpflanzen im Umkreis von 5 m
(Stammdurchmesser > 10 cm)
- Untergehölz
- Laubstreuzusammensetzung
- Laubstredicke
- Wassernähe (Oberflächenwasser)
- Steine bzw. Felsen in 2 m bzw. 5 m Radius
- Baumstümpfe in 2 m bzw. 5 m Radius.

Die Berechnung eines Diversitätsindex nach SHANNON and WEAVER 1948 ergibt folgendes Bild: Siehe Abb. 6.

In dem Straßen-Wald Übergangsbereich liegt demnach eine Zone hoher Pflanzenarten- und Raumstrukturdiversität mit einem entsprechend vielfältigen Ressourcenangebot für die Tierwelt.

4.3. Straßenüberquerungsversuche

Um das Phänomen der Tierpopulationen trennenden und isolierenden Wirkung von Straßen und das komplizierte Wirkungsgefüge durchsichtiger zu machen, wurden Straßenüberquerungsversuche mit Laufkäfern durchgeführt.

Diese wurden am Straßenrand quer zur Straße ausgesetzt und ihr Verhalten, insbesondere Startverzögerung, Laufrichtung, Überquerungszeit, Unfall und Reaktion auf Autoverkehr protokolliert.

Von insgesamt 178 gestarteten Tieren wählten 105 also ca. 60 % den Weg direkt senkrecht zur Straße auf die andere Straßenseite, 66 kehrten um, zurück in den Wald und nur

7 Tiere liefen ein längeres Stück parallel zur Straße auf dem Asphalt. Dies zunächst erstaunliche Verhalten ist aus der Orientierungsphysiologie der Carabiden zu erklären. Die Tiere wenden sich dem jeweils dunkelsten Horizontabschnitt zu (vgl. NEUMANN, 1971). 16 Tiere wurden bei den Versuchen von Autos überfahren, das sind 9 %. Während 44 % der Tiere die andere Straßenseite ohne jede Störung erreichten, bestand die Störung bei den restlichen 47 % vor allem in vorübergehende Richtungsänderung durch den Fahrtwind, Verkriechen in Unebenheiten der Straßendecke oder Hochgeschleudert werden. Nur in 7 Fällen veränderten die Tiere nach einem Beinahe-Unfall endgültig ihre Laufrichtung, d.h. sie drehten ab und kehrten auf die Startseite zurück. Zur Überquerung der Straßenseite benötigten die Tiere im Durchschnitt 90 sec. Bei einem Verkehrsaufkommen von ca. 100 Fahrzeugen/h passieren das Tier im Schnitt 2,5 KFZ, während es sich auf der Straße aufhält.

Bei einer mittleren Reifenbreite von 2 x 15 cm und einer Straßenbreite von 6 m besteht eine statistische Unfallwahrscheinlichkeit von 12,5 %. Dieser Wert entspricht in der Größenordnung dem sich aus der Versuchsreihe beobachteten Ergebnis, dürfte aber für den Realfall um ein Vielfaches zu hoch liegen, da einerseits die Laufkäfer zum überwiegenden Teil nachtaktiv sind und in den Nachtstunden die Verkehrsdichte erheblich absinkt, andererseits die Versuchsbedingungen so gewählt werden mußten, daß durch das Aussetzen auf dem Asphalt die äußerst wirksame Barriere der Zonationsbiozönose entlang der Straße, die besonders für stenöke Waldtiere nahezu unüberwindlich scheint, überbrückt wurde.

Eine korrekte Interpretation dieser Versuche muß also lauten:

Von den wenigen Tieren einer Population, die im Verlaufe ihrer Migrationsaktivität bis zur Verkehrsstraßendecke vordringen und dann diese zu überqueren versuchen, besteht ein höchstens 10 %-iges Unfallrisiko (Straßenbreite 6 m, Verkehrsdichte 100 KFZ/h). Selbstverständlich sind ganz

andere Ergebnisse bei einer Bundesstraße mit hohem Verkehrsaufkommen oder gar einer BAB zu erwarten.

Hier allerdings dürfte der Zonationsbiozönoseneffekt, wegen der umfangreicheren Veränderungen des Straßenrandes durch Abholzung, Begrünung usw. verbunden mit der zunehmenden Immissionsbelastung, die Trennung der Teilpopulationen unterstützen, so daß die direkte Unfallgefahr nicht wesentlich erhöht sein dürfte (vgl. OXLEY, 1977).

Ich möchte darauf hinweisen, daß diese Überlegung nur für stenöke Waldtiere, also Spezialisten des Wald-Lebensraumes gilt, keinesfalls für euryöke Kulturfolger und Straßenrandbewohner. Für letztere dürfte ein annähernd lineares Ansteigen des Unfallrisikos mit zunehmender Verkehrsdichte zu erwarten sein.

4.4. Marc-Recapture-Versuche

Im Rahmen von Markierungs- und Wiederfangversuchen wurden 10 348 Käfer gefangen, markiert und wieder ausgesetzt. Die Fallenstandorte waren so gewählt, daß die Tiere nach ihrer Freilassung gleiche Entfernungen zu zwei benachbarten Fallenreihen zu überwinden hatten, auf der einen Seite allerdings die Straße als zusätzliches Hindernis (Abb. 7).

Von 1 356 wiedergefangenen Tieren hatten 416 eine Distanz überbrückt, die auch ausgereicht hätte, die Straße zu überwinden, aber nur 24 Tiere wurden auf der jeweils anderen Straßenseite gefangen. Schließt man die Waldrand- und Feldtiere aus, so sind es sogar nur 10 Überquerungen. Dieses Verhältnis 416 : 24 verdeutlicht am stärksten den enormen Isolationseffekt der Straße auf Populationen der epigäischen Fauna.

Ein Parallelversuch wurde mit Kleinsäugetern angestellt. Im gleichen Gebiet wurden nach gleichem Muster Drahtkastenfällen zum Fang von Rötelmaus (*C. glareolus*) und Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*) aufgestellt. Die niedrigere Fangrate ermöglichte ein individuelles Markieren der Tiere. Die

Versuchsreihe, die noch andauert, zeigt bisher eine totale Isolation der "Teil"populationen diesseits und jenseits der Straße, d.h. bisher wurde noch kein westlich der Straße markiertes Tier auf der ostwärtigen Straßenseite wiedergefangen.

4.5. Zonationsbiozöosen

Die einzelnen Arten der untersuchten Tiergruppen zeigen in den meisten Fällen einen ihrer ökologischen Valenz entsprechenden, entlang der Straßen zonen- bzw. bandartig verlaufenden, bevorzugten Lebensraum (vgl. THIELE, 1964). Dieser kann durch Konkurrenzdruck erheblich modifiziert sein (Abb. 8).

In ihrer räumlichen Zuordnung zu dem bandartigen Lebensraum "Straßenrand" lassen sich zumindest 4 Artengruppen (Ökotypen) deutlich unterscheiden:

- 1)-stenöke Waldarten, die sowohl Straßenrandbereich als auch Waldrand streng meiden.
(Straßenüberquerungen kommen praktisch nicht vor).
Beispiel: *Molops piceus*;
- 2)-euryöke Waldarten, die den Wald als Lebensraum bevorzugen, vereinzelt aber auch am Waldrand bzw. Straßenrand leben.
(Straßenüberquerungen sind sehr selten zu beobachten: ~ 0,6 % der Wiederfänge);
Beispiel: *Abax ater*
- 3)-euryöke Waldrand- und Straßenrand-Arten. Diese Tiere sind am Straßenrand ebenso häufig anzutreffen wie am Waldrand. Sie dringen selten tief in den Wald ein. Ihre Verbreitung geschieht entlang der Straße.
(Straßenüberquerungen sind relativ häufig).
Beispiel: *Pterosticlus niger*
(Eine Zwischenstellung zwischen 2 und 3 nimmt *C. nemoralis* und *C. violaceus* ein);

P.n. 5,2 % der Wiederfänge
C.n. 6,8 % der Wiederfänge
C.v. :13 % der Wiederfänge

4)_stenöke Feldtiere, die nur unmittelbar am Straßenrand vorkommen, den Waldrand also bereits meiden.

(Straßenüberquerungsrate vermutlich hoch, Untersuchungen liegen nicht vor)

Beispiel: Harpalus latus.

Eine Sonderstellung nehmen diejenigen Tierarten ein, für die die Straße eine Ausbreitungsgrenze darstellt, die als Population also nur auf einer Seite der Straße angetroffen werden. Im Untersuchungsgebiet wurde die euryöke Waldart (Pterostichus madidus) nur östlich der Straße gefangen, mit Ausnahme einer Einzelbeobachtung auf der westl. Straßenseite.

Diese Art scheint sich vor Bau der Straße hier noch nicht angesiedelt zu haben und nun in ihrer Ausbreitung durch die Straße begrenzt zu sein.

5. Diskussion

5.1. Gründe für die Isolationseffekte und mögliche Konsequenz

Bevor wir uns die Frage stellen, wie aus ökologisch, faunistischer Sicht die Linienführung einer künftigen Autostraße optimal zu gestalten ist, sollte Klarheit herrschen über die Ursachen, die das Phänomen der Isolation bewirken sowie - um unseren Überlegungen Nachdruck zu verleihen - über mögliche Konsequenzen, die solche Effekte mit sich führen.

Es gilt ein ganzes Wirkungsgefüge aufzudecken, da die Verknüpfungen innerhalb der Lebensgemeinschaften und des sie beherbergenden Biotops vielfältiger Natur sind. An erster Stelle sind die abiotischen, also physikalische mikroklimatische Veränderungen zu nennen; die den Straßenbau

zwangsläufig begleiten. Mit der veränderten Abiotik, insbesondere mit der erhöhten Einstrahlung gehen pflanzensoziologische Veränderungen einher, die über Verknüpfungen in der Nahrungskette wiederum in die Tierartendiversität ausstrahlen (Abb. 9).

Veränderungen in der Artenzusammensetzung haben ihrerseits synökologische Konsequenzen wie Konkurrenz, erweitertes Beutetierspektrum usw. zur Folge.

Auch mechanische Bedrohung durch Unfälle und Immissions-effekte spielen eine bedeutende Rolle.

In seiner Arbeit über die "Vielfalt der Käfer und Spinnenfauna im Einflußbereich von Verkehrsimmissionen" stellt MAURER 1974 u.a. fest, daß die Artendiversität im Straßenrandbereich durch Immissionsbelastung erheblich beeinträchtigt wird. Solche Auswirkungen sind keineswegs nur bei Spitzenverkehrsdichten zu beobachten. Die von Maurer untersuchte Straße hatte eine Verkehrsdichte von durchschnittlich 250 KFZ/h.

Der Übergang der Raumstrukturverhältnisse vom ausgewogenen Strukturangebot eines naturnahen Waldes, über die äußerst strukturreiche Zone des Waldrandes zur Strukturlosigkeit der Straße hin dürfte die Artenzusammensetzung nicht nur der epigäischen Fauna, sondern auch beispielsweise der Avifauna maßgeblich modifizieren. (MacARTHUR et al. 1966).

Schließlich ist das Einsickern biotopfremder Arten, wie es entlang der Straßen zweifelsfrei nachzuweisen ist, einem Genfluß zwischen den Teilpopulationen stenöker Waldtiere sicher nicht dienlich.

Zusammengefaßt in Stichworten sieht die Wirkungskette etwa folgendermaßen aus:

- 1)- Abiotische Veränderungen,
- 2)- Pflanzensoziologische Veränderungen,
- 3)- biotopfremde Arten,
Zonationsbiozönose mit interspezifischer Konkurrenz an den Übergangsbereichen,

- 4)- mechanische Bedrohung,
- 5)- Immissionsbelastung.

5.2. Mögliche Konsequenzen für die Lebensgemeinschaft auf lange Sicht

Für die Biozönose sind besonders die möglichen Langzeitwirkungen bedenkenswert. So droht je nach Undurchlässigkeit der "Barriere Straße" einerseits eine Artenverarmung nach Maßgabe der Flächen-Arten-Kurve. Dieser Effekt ist besonders gravierend, je kleinparzelliger die verbleibenden Restbiotop sind.

Andererseits kann eine Isolierung von Biotopen Rassenbildungsprozesse einleiten, wie sie von MOSSAKOWSKI, 1966 mit Hilfe biometrischer Untersuchungen festgestellt wurden. Durch die dem Straßenzug folgenden biotopfremden Arten, kommt es in zunehmendem Maße zu einer Faunenverschiebung bzw. -verfälschung.

Insgesamt bewirken die drei genannten Langzeitfolgen einen Verlust stenöker Arten zugunsten euryöker Arten. In zunehmendem Maße kommt es zum Aussterben von Spezialisten und zur Verbreitung von Generalisten, ein Prozeß, der in erschreckender Weise in das Gesamtbild einer nivellierten Landschaft im weitesten Sinne des Wortes paßt.

6. Folgerungen für die Trassenwahl

Das BNatSchG fordert in § 8,2 zunächst, vermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft zu unterlassen, unvermeidbare Eingriffe durch Maßnahmen des Naturschutzes auszugleichen. Meines Erachtens dürfen Ausgleichsmaßnahmen nicht erst im Rahmen des landschaftspflegerischen Begleitplanes zur Sprache kommen, sondern sind schon

zum Zeitpunkt des Linienentwurfes zu berücksichtigen (WINKELBRANDT, 1978).

Ein Straßenprojekt stellt grundsätzlich einen Eingriff im Sinne des § 8,2 BNatSchG dar und verpflichtet uns somit zu derartigen Überlegungen. Vor allem sollte die Überlegung, ob überhaupt ein Straßenneubau notwendig ist, eingehend geprüft werden. Als nächster denkbarer Lösungsansatz ist die Möglichkeit einer sinnvollen Bündelung von Verkehrswegen zu prüfen. Wenn schließlich die Notwendigkeit eines Straßenneubaus unzweifelhaft existiert, dann stellen sich folgende Minimalforderungen aus tierökologischer Sicht:

6.1. Naturnahe Biotope dürfen nicht zerschnitten werden. Im Rahmen der Voruntersuchungen und des Linienentwurfes müssen Expertengutachten über die Situation der unmittelbar betroffenen Biotope eingeholt werden. Schützenswerte Biotope und selbstverständlich geschützte Biotope i.S. § 12 BNatSchG und der Ländergesetze sind von Straßenbaumaßnahmen auszuschließen.

6.2. Natürliche Randzonen (Edge Effekt) müssen ausgespart bleiben. Die Rand- und Übergangszonen zweier naturnaher Biotope sind in besonderer Weise durch floristische und faunistische Artenvielfalt ausgezeichnet. Solche Gebiete beherbergen im allgemeinen eine hohe Anzahl gefährdeter Tierarten und sind besonders störanfällig.

6.3. Es sollte darauf geachtet werden, daß im Zuge der Bau- maßnahmen möglichst flache abiotische Gradienten auftreten. Insbesondere Feuchtgebiete, Wälder, Flußtäler und Seeufer zeigen Mikroklimaverhältnisse, wie sie mit denen der Straße nicht kombinierbar sind.

6.4. Gezielte Einzelmaßnahmen sind für ökologisch wertvolle Biotope, die nicht umgangen werden können oder als Reaktion auf ein bestimmtes Verhaltensinventar der betroffenen Tiergruppen vorzusehen. Ich denke an

Untertunnelung als optimale Maßnahme, aber auch beispielsweise an den Bau von Amphibientunneln wo nötig oder Überbrückung ganzer Täler.

6.5. Als letzte Ausgleichsmaßnahme schließlich kommt der Neuerwerb und die Gestaltung angekaufter Biotope in Frage, die in Absprache mit Fachleuten geschehen sollten, um den Flächenverlust zu kompensieren. Ein solches Gelände sollte nicht in unmittelbarer Nähe der Trasse liegen, vielmehr sollten Funktionsketten des betroffenen Ökosystems an erster Stelle der Auswahlkriterien stehen.

7. Zusammenfassung

- 7.1. Die Isolationswirkung der Straße auf die epigäische Fauna des Waldes wurde mit Hilfe von Markierungs- und Wiederfangversuchen an Käfern und Kleinsäugetern untersucht. Die Straße trennt die Teilpopulationen fast vollständig. Die Überquerungsrate beträgt bei Mäusen < 1 %, bei stenöken Waldkäfern 2,4 %, bei Einbeziehung der Feld- und Straßenrandarten 5,8 % der Wiederfänge.
- 7.2. Straßenüberquerungsversuche mit Käfern ergeben eine Unfallhäufigkeit von 9 % gegenüber einer berechneten Unfallwahrscheinlichkeit von 12,5 %. Beide Werte liegen aufgrund der zonationsbiologischen Effekte des Straßenrandes weit über der realen Unfallrate.
- 7.3. Abiotische Messungen, pflanzensoziologische und Strukturdiversitäts-Untersuchungen verdeutlichen den weit über die Trassenbreite hinaus wirkenden Eingriff in das Ökosystem.
- 7.4. Konsequenzen für die Trassenwahl aus ökologisch faunistischer Sicht sind:
- naturnahe Biotopflächen dürfen nicht weiter zerschnitten werden,
 - natürliche Randzonen müssen ausgespart bleiben,
 - im Zuge von Baumaßnahmen muß auf möglichst flache abiotische Gradienten geachtet werden,
 - gezielte, dem Verhaltensinventar der betroffenen Tiergruppen angepaßte, Einzelmaßnahmen wie Amphibientunnel, Wildsperrzäune etc. sind einzuplanen.

8. Literatur

- CURTIS, J. T. (1956): The Modification of Mid-latitude Grasslands and Forests by Man. - In W.L. Thomas, Jr., ed.,: Man's Role in Changing the Face of Earth. Univ. of Chicago Press.
- HAAS, W. (1964): Verluste von Säugetieren und Vögeln auf Autostraßen. - Orn.Mitt. 16 (12), 245-250 S.
- MACARTHUR & WILSON, E. O (1963): An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. - Evolution 17, 373-387 S.
- MACARTHUR, R.; RECHER, H.; CODY, M. (1966): On the Relation between Habitat Selection and Species Diversity. Am. Nat. 100, Nr. 913, 319-325 S.
- MADER, H.-J. (1979): Die Isolationseffekte von Autostraßen auf die epigäische Fauna. - Diss. Zool. Inst. I, Heidelberg.
- MAURER, R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einfluß von Verkehrsimmissionen. Ökologia 14, 327-351 S.
- MOSSAKOWSKI, D. (1966): Ökologische und biometrische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren verschiedenartiger Moor- und Heidebestände. - Diss. Kiel.
- MÜHLENBERG, M., D. LEIPHOLD, H.-J. MADER and B. STEINHAEUER (1977): Island ecology of arthropods. I. Diversity, Niches and Ressources on some Seyschelles Islands. - Oecologia 29, 117-134 S.
- MÜHLENBERG, M., D. LEIPHOLD, H.-J. MADER and B. STEINHAEUER (1977): Island Ecology of Arthropods. II Niches and Relative Abundyncea of Seyschelles Ants (Formicidae) in Different Habitats. - Oecologia 29, 135-144 S.

- INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ UND TIERÖKOLOGIE (1977): Tierwelt und Straße. - Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 26, 91-115 S.
- OXLEY, D. J., FENTON, M. B., CARMODY, G. R. (1977): The effects of roads on small mammals. - J. appl. Ecol. 11, 51 S.
- SHANNON, C. E. (1948): The mathematical theory of communication. - In: C. E. Shannon and W. Weaver: The Mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana.
- SIMBERLOFF, D. (1976): Experimental zoogeography of islands. Effects of island size. - Ecology 57, 629-248 S.
- TAMM, J. (1976): Chriozöosen auf und an Autostraßen. - Naturwiss. Rundschau 29 (6), 197-202 S.
- THIELE, H. U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. - Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 387-452 S.
- WINKELBRANDT, A. (1978): Grundsätzliche Überlegungen zum landschaftspflegerischen Begleitplan (im Druck).

Anschrift des Verfassers:

Hans-Joachim Mader

Institut für Naturschutz und Tierökologie

Bundesforschungsanstalt für

Naturschutz und Landschaftsökologie

Konstantinstr. 110

5300 Bonn 2

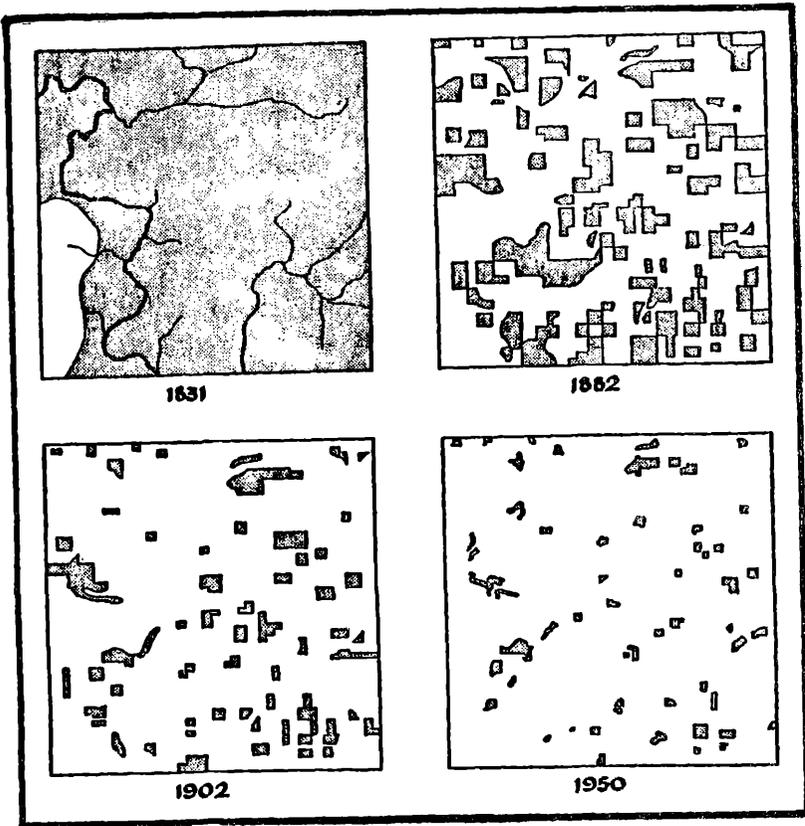


Abb. 1
Verringerung und Zersplitterung des Waldgebietes im Bezirk Cadiz, Wisconsin, 1831 - 1950 (nach CURTIS, 1956).

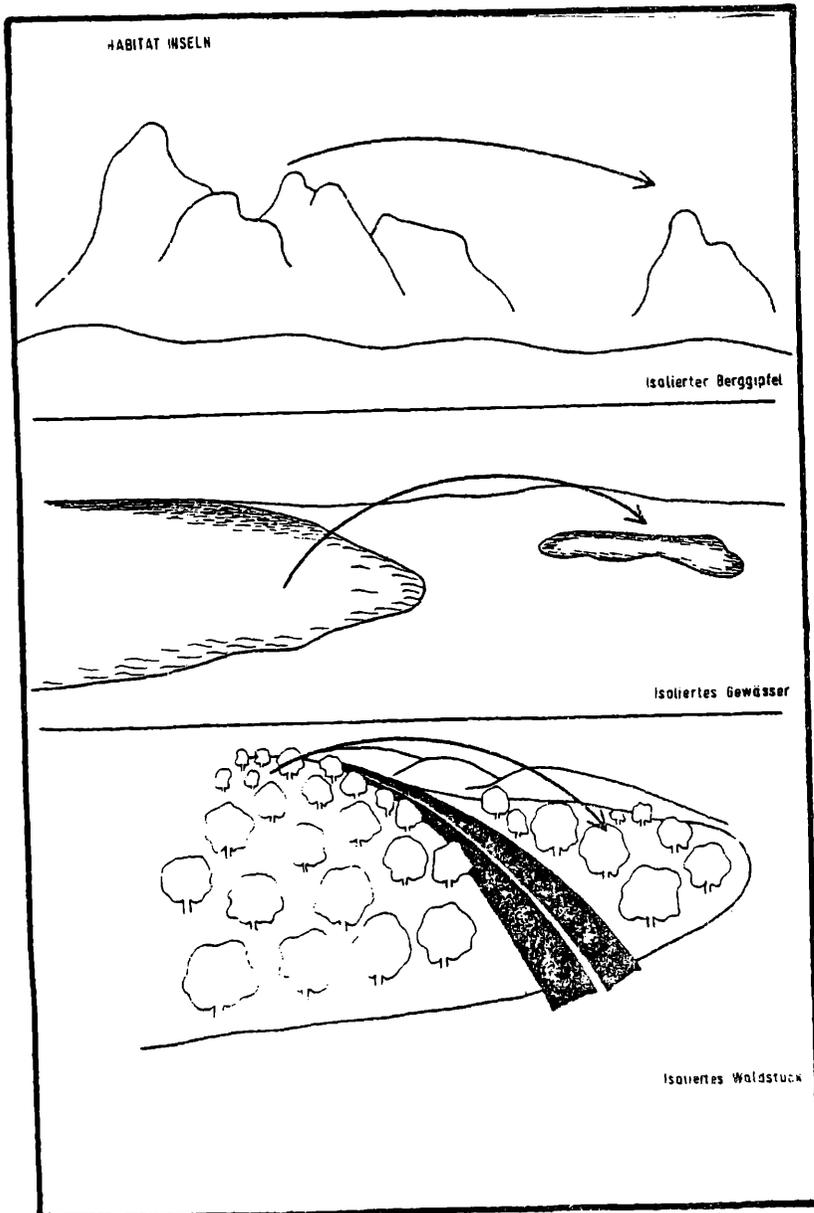


Abb. 2
Beispiele für Habitat-Inseln

Gleichgewichtsmodell der Inselarten

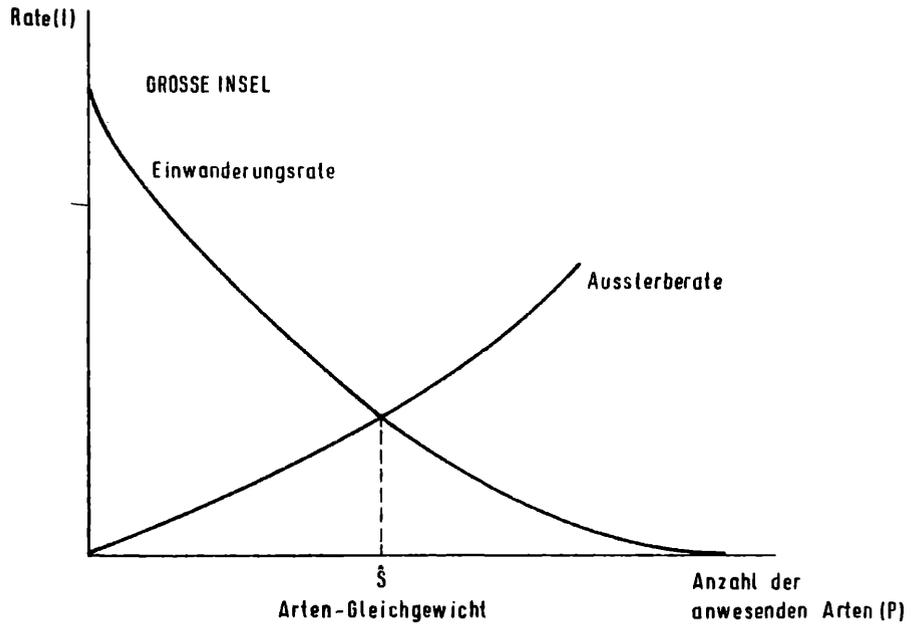
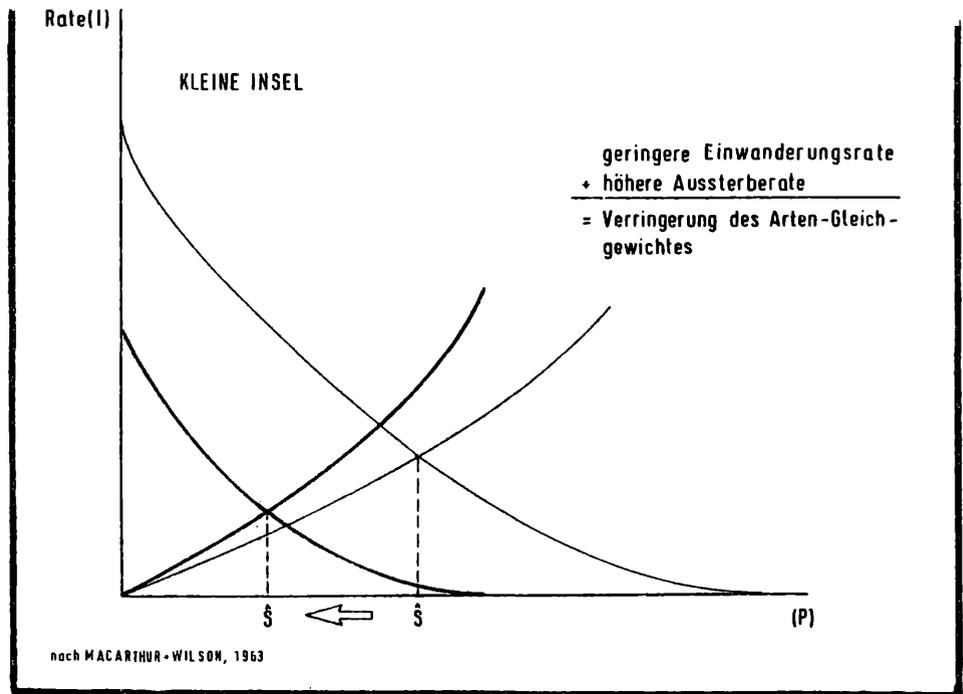


Abb. 3
Gleichgewichtsmodell der Inselarten (nach MacARTHUR & WILSON, 1967).

Die Verringerung der Artenzahlen bei Verkleinerung der Inselfläche.



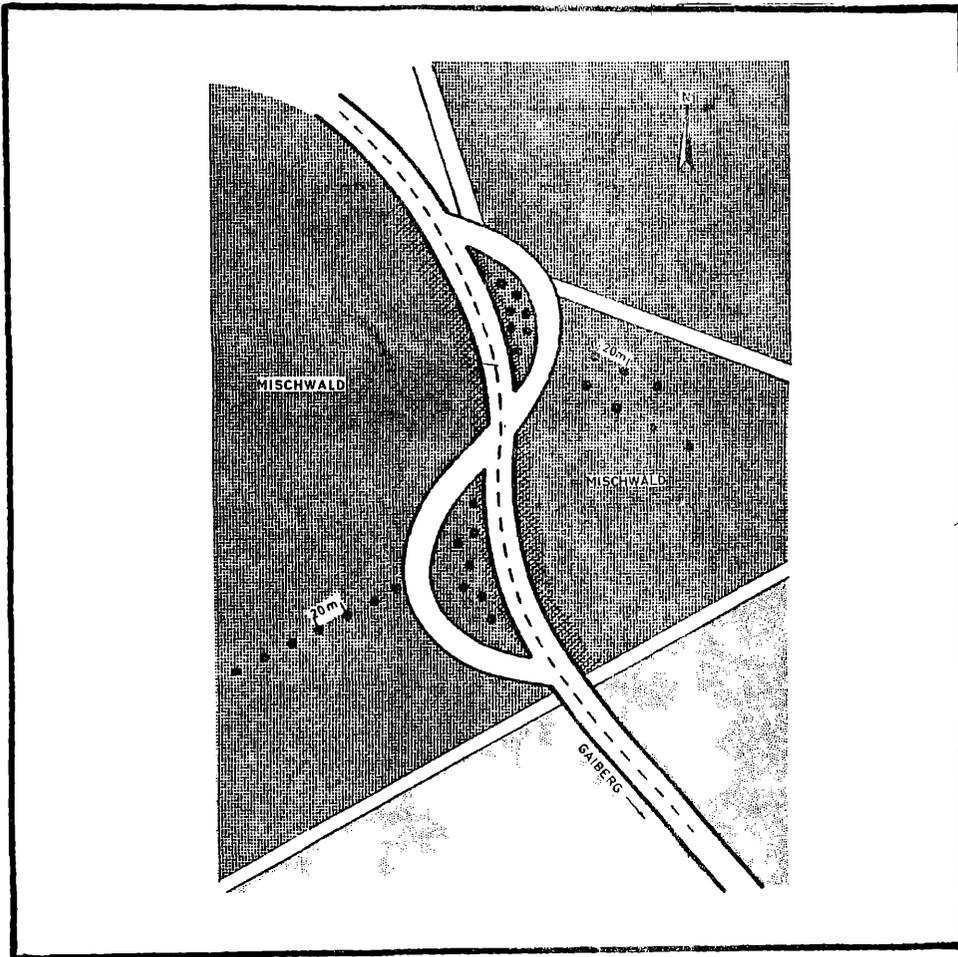


Abb. 4

Das Untersuchungsgebiet im Odenwald. 2 asphaltierte Parkplatzschleifen trennen die Mischwald-Inselhabitate ab. ● = Fallenstandort

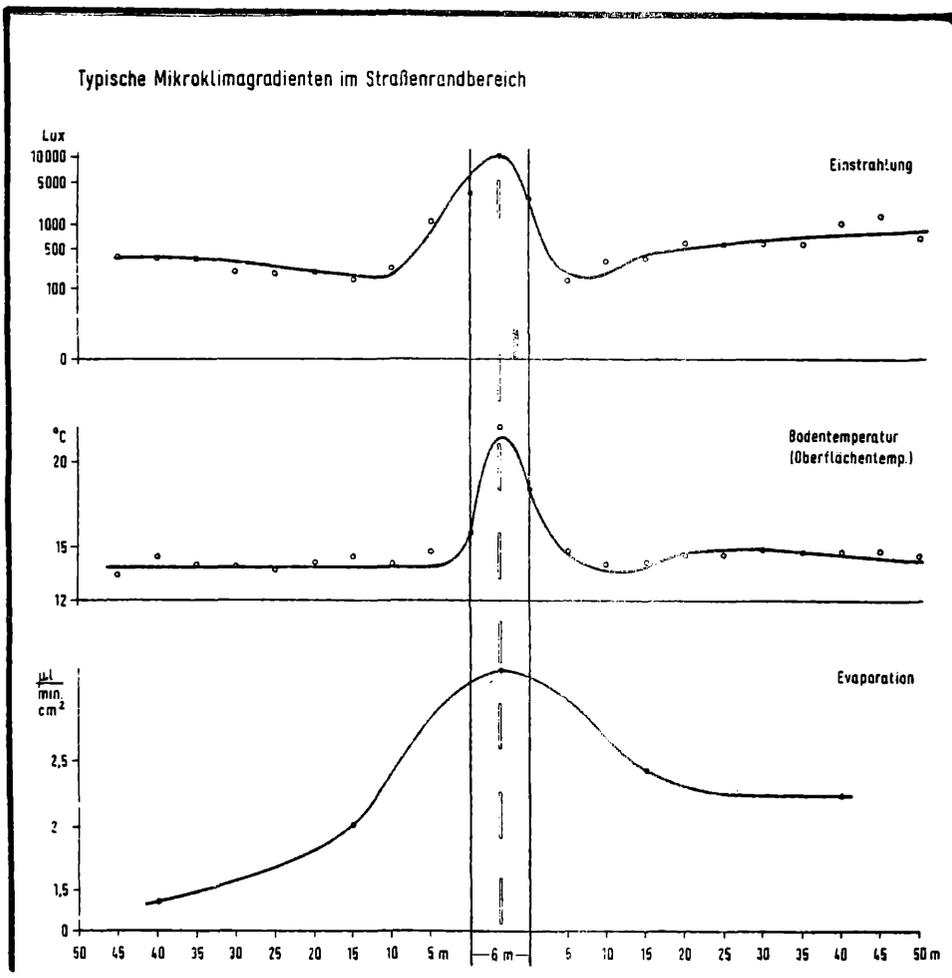


Abb. 5

Typische Mikroklimagradienten im Straßenrandbereich verdeutlichen den Charakter der Straße als linienartiges Steppenelement.

Abb. 6

Maximalwerte des Strukturdiversitätsindex (H_{str}) und der Anzahl der Pflanzenarten (N_s) lassen den Randzoneneffekt (Edge-effect) beiderseits der Straße deutlich werden.

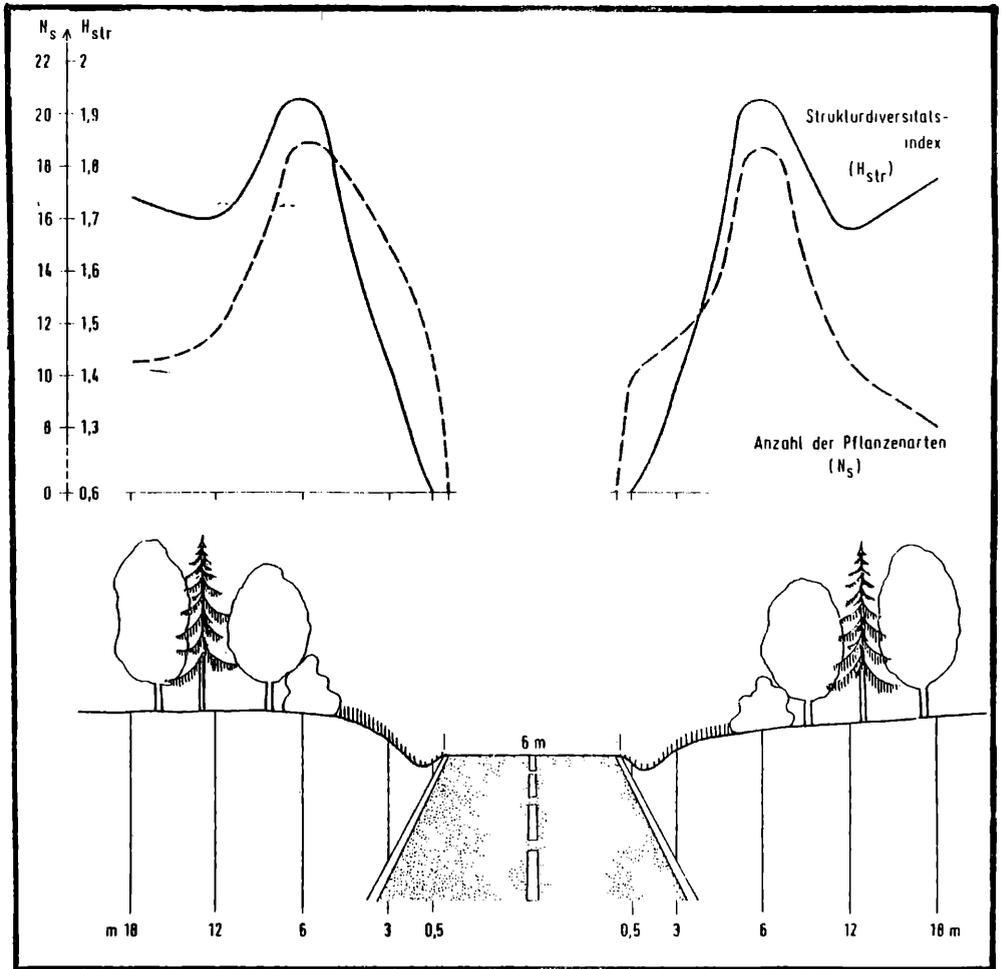
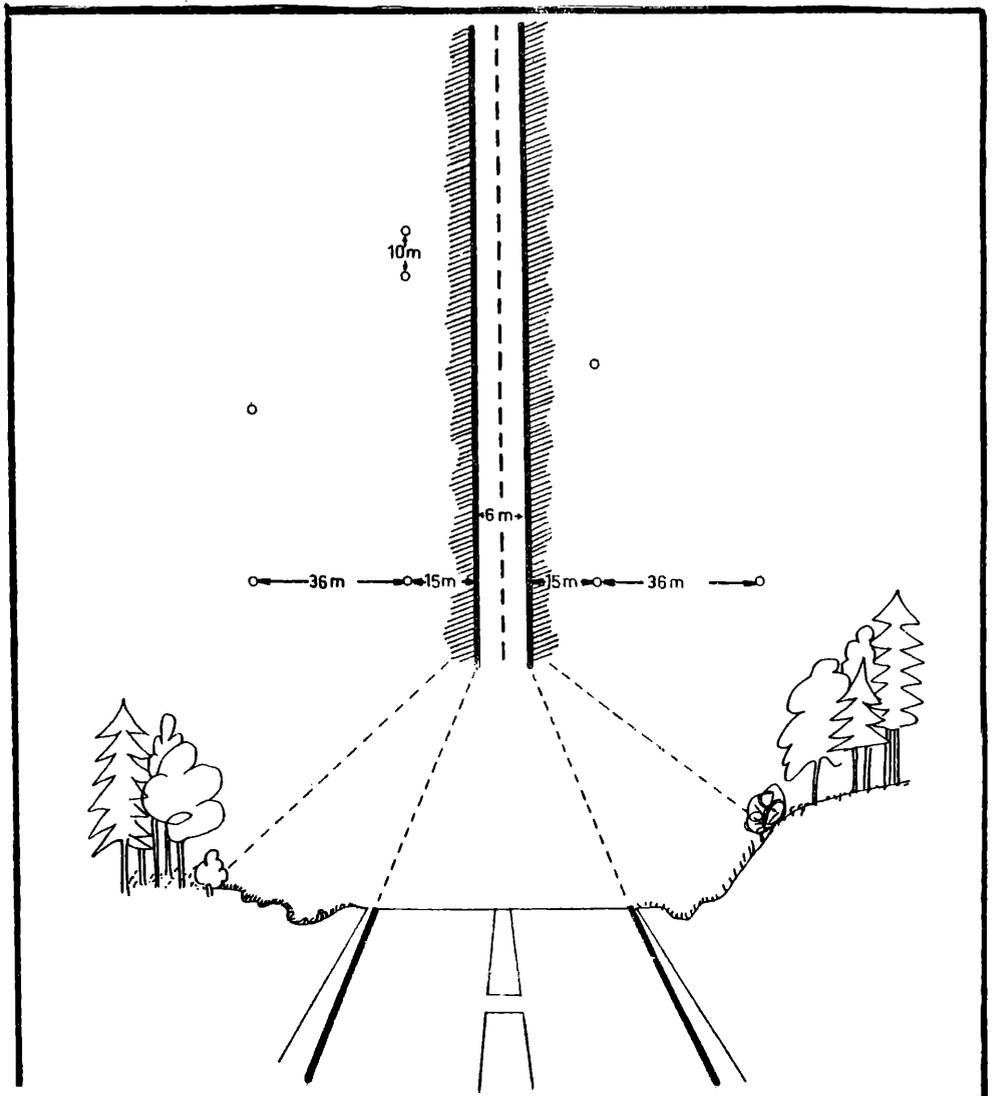


Abb. 7

Fallenaufbau für die Marc-Recapture-Versuche im Straßenbereich.

o = nicht beködete Barber-Lebend-falle



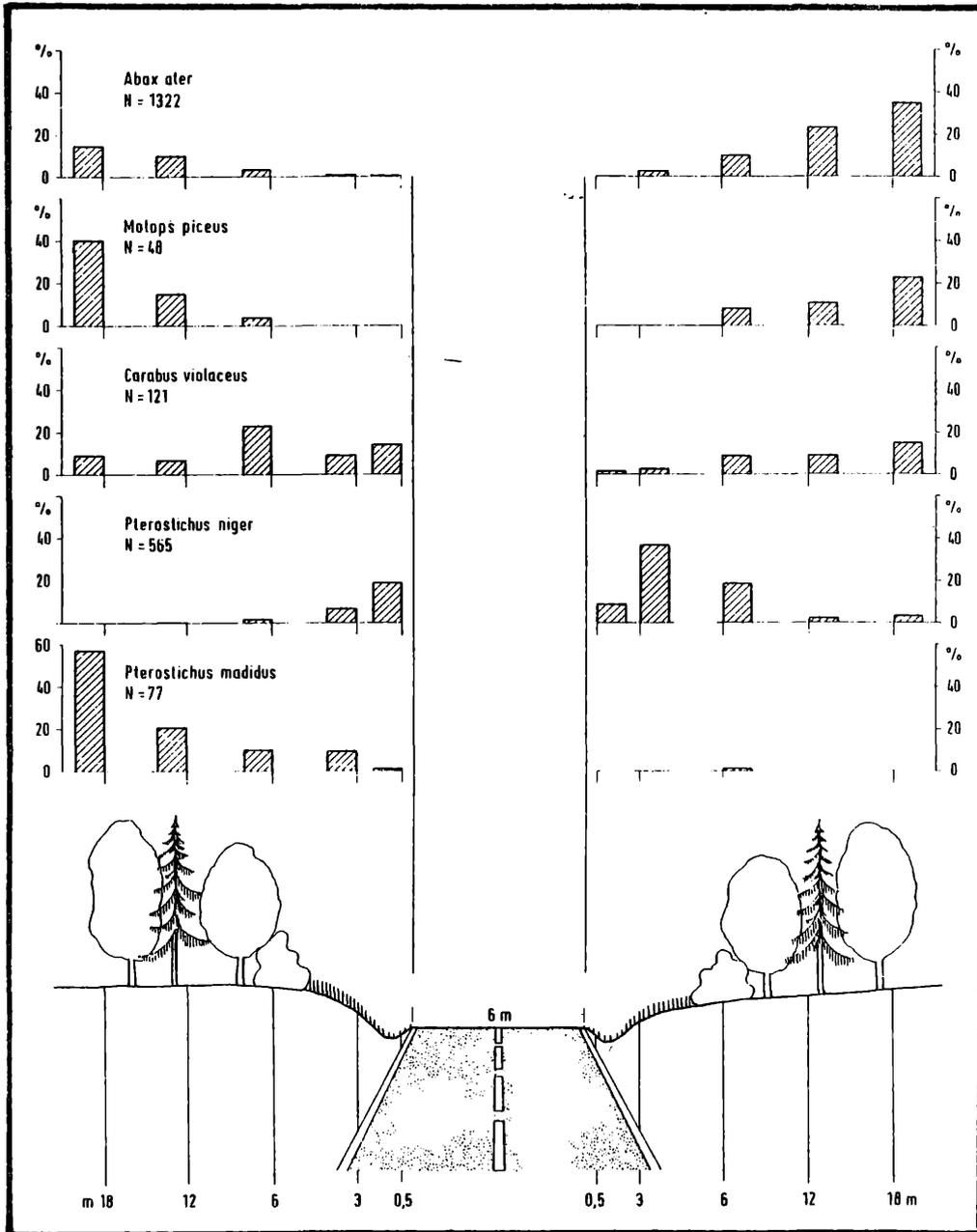


Abb. 8

Unterschiedliche Muster der Aktivitätsdichte bei 5 Carabidenarten im Straßenrandbereich.

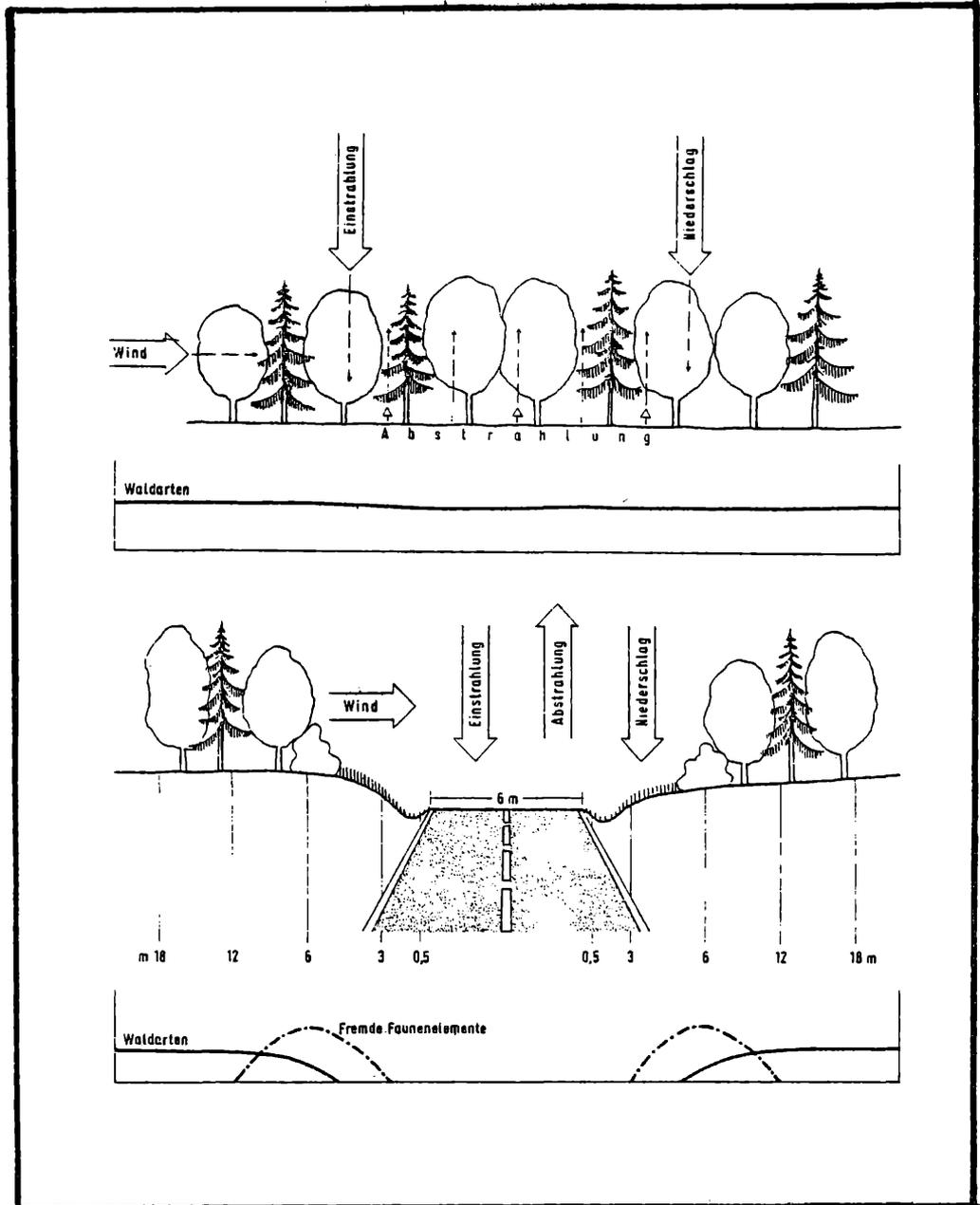


Abb. 9

Die Straße als linienartiges Steppenelement ermöglicht das Nachrücken fremder Faunenelemente zu beiden Seiten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [1_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Mader Hans-Joachim

Artikel/Article: [Biotopisolierung durch Strassenbau am Beispiel aus gewählter Arten-Folgerungen für die Trassenwahl 1-26](#)