

Straßenbedingte Auswirkungen auf die Pflanzen- und Tierwelt benachbarter Biotope

FA 2.172

Forschungsstelle: Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Zoologie und Anthropologie (Prof. M. Schaefer)

Bearbeiter: Lücke, K. / Lutze, A. / Dornieden, K. / Illner, H. / Nickel, H.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: April 2002

1. Aufgabenstellung

In dem zweijährigen Projekt von Juni 1997 bis Mai 1999 wurden an mehreren Standorten längs der Autobahnen A 7 und A 44 Untersuchungen zum Einfluss von bestehenden Straßenbauten auf die Pflanzen- und Tierwelt benachbarter Biotope durchgeführt. Gesamtziel war es, mit vegetationskundlichen und tierökologischen Instrumenten Aussagen über prinzipielle Wirkungen von Straßen und deren Reichweite in situ, d. h. in konkreten landschaftlichen Situationen, zu treffen. Dabei sollten sowohl unterschiedliche Lebensräume als auch verschiedene Tiergruppen berücksichtigt werden.

Weil die in Frage stehenden Wirkungen Faktorenkomplexe sind und nicht nach bekannten einzelnen Größen bemessen werden können, war eine Kombination verschiedener Untersuchungsansätze vorgesehen. Ein wichtiges Teilziel bestand darin, Effekte möglichst in Freiland-Experimenten zu verifizieren.

2. Untersuchungsmethodik

Schwerpunkte waren die Erfassung von Vegetation und wirbelloser Fauna in vier Biotoptypen (Heide, Kiefernforst, Magerrasen, Extensivgrünland), die Untersuchung von Insektenpopulationen in experimentellen Gradienten, sowie – in einem separaten Untersuchungsteil – Erhebungen zu Vogelbeständen in quer zur Trasse verlaufenden Hecken und in angrenzenden Ackerflächen und Brachen. (Übersicht in Tabelle 1).

Die Erfassung der Fauna erfolgte mit klassischen bodenbiologischen und freilandökologischen Verfahren (quantitative und qualitative Probenreihen als Abstandsrastraster oder Transekte). Methodische und technische Ansätze und Besonderheiten sind im Folgenden dargestellt.

3. Untersuchungsschritte und Ergebnisse

Durch zahlreiche Vegetationsaufnahmen sind die Pflanzenbestände in verschiedenen Abständen zur Fahrbahn (im Bereich 5–500 m) ermittelt und nach Artenzusammensetzung, vegetationskundlicher und standörtlicher Charakterisierung sowie pflanzensoziologischer Einordnung vergleichend analysiert worden. Insgesamt ergeben sich daraus nur wenige Hinweise auf spezifische straßenseitige Einflüsse. Diese betreffen v. a. Bestands-Randeffekte, sodass sie sich als Trasseneffekte manifestieren. Bodenfaktoren, landwirtschaftliche Nutzung, Pflegemaßnahmen und lokal-historische Störungen erscheinen für die Erklärung der überwiegend schwachen Unterschiede innerhalb der Nachbarflächen bedeutsamer.

Die Wirbellosenfauna wurde v. a. mittels Absaugen der Krautschicht und mittels Hitzeextraktion von Bodenausstichen untersucht. Es ergaben sich ein Überblick über Makrofauna der Untersuchungsflächen und zonenweise Vergleiche für 3–7 unterschiedliche Trassenabstände (im Bereich 10–500 m [5–, > 800 m]). Hinzu kamen Lichtfänge für Schmetterlinge.

3.1 Bodenfauna

Auf drei Mähwiesen war die geringe Anzahl von Schnecken, Diplopoden und Asseln durch Bodeneigenschaften und Mahdhäufigkeit (fehlende Streuschicht) bestimmt. Bei Regenwürmern, Käfern, Rhynchoten ergaben sich komplexe zonierte Besiedlungsmuster oder im Nahbereich der Autobahn stark abweichende Abundanzwerte. Für viele Taxa ist ein Einfluss der Straße nicht ohne weiteres deutlich geworden und nicht plausibel. In einigen Fällen sind jedoch Rand- oder Trasseneffekte bis in die Zonen 20 m und 50 m gut belegt oder sehr wahrscheinlich.

Auf den Heideflächen waren Zonenunterschiede undeutlich bzw. nicht zu sichern. Bei den Käfern gab es z. B. distinkte Besiedlungsmuster in einer autobahnnahen Heide, die aber auf die Nähe eines Kiefernbestandes zurückgehen dürften. In einer allseits von Fahrbahnen umgebenen Heide (Autobahndreieck) sind im fahrbahnnahen Bereich (10 m) nur etwa halb so viele Tiere präsent gewesen wie in 20 oder 50 m Distanz. Trotz qualitativer weiterer Befunde lassen sich über Distanzen > 20 m derzeit keine verlässlichen Angaben zu Straßeneffekten machen; das unterschiedliche Alter und der Isolationsgrad der Flächen erscheinen als die vorrangigen Faktoren.

In einem Kiefernforst waren bei zahlreichen Tiergruppen signifikante Abundanzunterschiede zwischen den Zonen festzustellen, z. B. für die Lumbriciden. Dazu gab es eine gegenläufige Verteilung gerade solcher Tausendfüßer, die als potenzielle Räuber der Jugendstadien der Regenwürmer in Frage kommen (Geophilomopha). Auch bei im Boden lebenden Käfern – z. B. des Elateriden *Athous* – bestanden Unterschiede zwischen den Zonen. Die vor Ort ausgebildeten und hier aufgezeigten Muster konnten nicht als direkter Straßeneinfluss gedeutet werden. Es ist allerdings sehr wahrscheinlich, dass Faktorengradienten im unmittelbaren Zusammenhang mit der Autobahntrasse (zugehöriger Waldrand- und Schneiseneffekt) ursächlich für die Verteilung der Tiere sind. Sekundär kommen dann biotische Interaktionen hinzu – wie z. B. Räuber-Beute-Beziehungen, s. o. –, sodass verkehrsbürtige Effekte auch maskiert sein können.

3.2 Zikaden

Insgesamt konnten einige straßenbedingte Effekte auf die Zikadenfauna festgestellt werden: So ergaben sich artspezifische Verteilungsmuster im Zusammenhang mit der Entfernung zur Autobahn, die von einer einheitlichen oder zufälligen Besiedlung deutlich abwichen. Für die Gemeinschaften ergaben sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen dem Nahbereich und den ferneren Bereichen, was mittels Ähnlichkeitsanalysen und der Analyse der Diversitäts-Werte gezeigt werden konnte. Die ursächlichen Faktoren dieser Störeffekte können aber verschiedener Art sein: Einige Muster ließen sich klar als Folge eines allgemeinen Wald-Randeffektes oder eines spezifischen Trasseneffektes (Besiedler der Böschungsvegetation) herausstellen. Für die dominanten Arten konnte ein zusätzlicher verkehrsbedingter Effekt über die Modifikation der Nährpflanzen plausibel gemacht werden. Der Einfluss des erhöhten Stickstoff-Eintrags durch die Abgasfahnen könnte so indirekt eine Rolle spielen.

3.3 Vögel

Für Heckenbrüter gilt: Im Nahbereich zur Autobahntrasse wurden weniger Vogelarten insgesamt und weniger Brutvogelarten registriert. Die Revierdichte blieb in den Distanzklassen bis 200 m Fahrbahnabstand deutlich unter den verfügbaren

Vergleichszahlen. Die einzelnen Vogelarten waren in unterschiedlichem Ausmaß betroffen. Die Effekte waren bei Arten, deren Aktionsraum nicht auf Gehölze beschränkt ist, stärker ausgeprägt (Gebüschbrüter und Sumpfrohrsänger). Unterschiede sind oberhalb einer Distanz von > 100 m artspezifisch kaum absicherbar. Für Ackervögel und Feldbrüter gab es sowohl allgemeinere straßenbürtige Effekte, z. B. auf die Struktur und Zusammensetzung der Brutvogelgemeinschaften, wie auch artspezifische Reaktionen auf die benachbarte Autobahn. So besaßen im Nahbereich (≤ 140 m Distanz) nur etwa die Hälfte der Arten überhaupt Reviere und die durchschnittliche Arten-dichte betrug im Bereich bis 100 m Distanz weniger als ein Drittel des Wertes für Distanzklassen > 200 m.

Insbesondere die Feldlerche als wichtigste Brutvogelart im Untersuchungsgebiet, aber auch weitere, nur in geringer Dichte vorhandene Offenlandbrüter wie die Schafstelze, hatten in autobahnnahen Habitatstreifen erheblich verringerte Revierdichten. Für die Feldlerche wurden in 0–100 m Distanz 0–50 % der Werte von 100–560 m gefunden, für die Schafstelze in 0–200 m Distanz 0–50 % gegenüber den Revierzahlen in 200–560 m. Die Effektschwellen (100–240 m) sind dabei nicht einheitlich.

Es deutet sich also die folgende Abstufung mit zunehmenden Effektdistanzen an:

obligate Heckenbewohner/Gebüschbrüter < Hochstaudenarten (Sumpfrohrsänger u. a.) << Feldlerche < übrige Feldbrüter.

Daraus ergäbe sich als Verallgemeinerung: mit zunehmender Offenheit des Lebensraumes der Vogelarten (und meist parallel zunehmender Aktionsraumgröße) steigt der negative Effekt auf die Revierdichte durch die Nähe zur Autobahn bzw. des dortigen Verkehrsstromes.

3.4 Die Wirkung der Straße

Es gab vier Linien intensiver Untersuchung als Bausteine für eine vertiefte Analyse der Wirkung der Straße:

– Baustein: Zikaden im Kiefernforst

Es wurden zu mehreren Terminen in den Jahren 1997 und 1998 mit einem Saugapparat (Marke: Eco-Vac) verschiedene Gräser des Unterwuchses in einem Kiefernwald nördlich von Hannover in unterschiedlichen Distanzen zur Autobahn A 7 (bis zu 1 km Trassenentfernung) beprobt. Über die Erfassung der dort etablierten Zikadenfauna hinaus war ein spezielles Ziel, selektiv Zikaden mit enger Nährpflanzenbindung zu berücksichtigen. Um den straßenbedingten Einfluss besser abschätzen zu können, wurden zusätzlich Gräser in einem vergleichbaren, autobahnfernen Kiefernbestand untersucht.

In mehr als 280 Saugproben wurden > 14 000 Zikaden aus 40 Arten erfasst. Am bestandsbildenden Gras *Avenella flexuosa* konnten 25 Zikadenarten determiniert werden. Zwei davon waren hochabundant: *Hyledelphax elegantulus* hatte im September 1998 eine Dichte von > 1500 N/m² im autobahnnahen Bestand, was dem 4-fachen der autobahnfernen Fläche entsprach. Die zweite eudominante Art *Dikraneura variata* erreichte im Mai 1998 die höchste Dichte mit 800 N/m². Trotz übereinstimmender Habitatansprüche zeigten beide Arten gegensätzliche Muster in der Siedlungsdichte: *H. elegantulus* erreichte mit zunehmender Entfernung zur Autobahn höhere Dichten, *D. variata* war dagegen im Nahbereich wesentlich häufiger.

An zwei weiteren charakteristischen Gräsern des Bestandes – *Molinia caerulea* und *Calamagrostis epigejos* – wurden Zikaden unterschiedlicher Ernährungsweise untersucht. Für die monophagen Arten ergab sich an beiden Gräsern ein gemeinsamer Trend: Mit zunehmender Entfernung zur Autobahn stiegen ihre

Anteile, zahlreich anzutreffen waren diese Nahrungsspezialisten erst in 100 m Distanz.

– Baustein: Schmetterlinge im Kiefernforst

Im selben Bestand wurden Abundanz und räumliche Verteilung des Forstschädlings *Bupalus piniarius* (Kiefernspanner) durch die Suche seiner Puppen bestimmt. Ebenfalls in unterschiedlichen Distanzen zur Fahrbahn wurden Nachtfalter mit Lichtfallen gefangen.

Bei der Puppensuche im Kiefernforst wurden bei 100 Probestellen in einem Bereich von 25–1 000 m Abstand zur Fahrbahn weder Unterschiede in der Abundanz (13,6 Ind/m²) noch im Parasitierungsgrad (21 %) festgestellt. Eine erwartete niedrigere Dichte am Bestandesrand wurde allerdings auch nicht bestätigt. Die Spannen der Puppengewichte reichten bei den Männchen und Weibchen von 70–134 resp. 119–174 mg. Es gab einen Trend von untergewichtigen (– 2,7 mg bei den Männchen) in < 50 m zu überdurchschnittlich schweren Puppen (+ 4,2 mg bei den Weibchen, > 100 m), sodass ein Einfluss der Trasse auf das Puppengewicht wahrscheinlich ist.

In drei Nächten zwischen Mai und Juli 1999 fingen sich bei synchronen Lichtfängen in drei Trassenabständen (25–650 m) rund 1 500 Nachtfalter (52 Arten aus zehn Familien). Die räumliche Verteilung der Anspruchstypen und Arten wurde analysiert. Die geringsten Fangzahlen (n = 276) ergaben sich im Abstand von 25 m. Ein Einfluss durch die konkurrierende Lichtquelle (Autoscheinwerfer) der Fahrbahn ist möglich.

– Baustein: Experimente mit Zikaden im Grasland

In einem Umsetzungsversuch wurden Gräser von einer straßenfernen Brache in eine an die Autobahn A 7 grenzende Weidelgras-Einsaat bei Echte (Kreis Northeim) verbracht. Hierzu dienten 112 Bodenscheiben von 1/28 m² mit *Agropyron repens* bzw. 1/56 m² mit *Dactylis glomerata*. Diese wurden von Zikaden befreit (abgesaugt) und Ende Juni 1998 in fünf Distanzen zur Trasse (10–300 m) eingesetzt. Eine weitere Brache an der Autobahn diente als teilweise Wiederholung, und die Entnahmefläche wurde als Kontrolle benutzt. Drei ausgewählte Zikadenarten – *Dicranotropis hamata*, *Errastunus ocellaris* und *Cicadula persimilis* – wurden an diesen Pflanzen ausgesetzt: Anfang Juli wurde jeweils die Hälfte der Versuchspflanzen mit Gründerpopulationen von 3–5 weiblichen Individuen (N = 472) besetzt.

Nach zweimonatiger Exposition wurden alle Versuchseinheiten beprobt und blieben bis April 1999 zur Nachkontrolle vor Ort. 1998 wurden von den ausgesetzten Zikadenarten 254, von weiteren 22 Arten 2 250 Individuen erfasst. Durch nicht kontrollierbare Umstände (z. B. mit den Gräsern verschleppte Eier) war zu keinem Zeitpunkt ein deutlicher Unterschied zwischen ehemals besetzten und nicht besetzten Versuchseinheiten zu ermitteln. Vielmehr hatten drei Zikadenarten der Ackerfläche die Versuchspflanzen gleichermaßen besiedelt.

Im Vergleich zwischen den beiden Gräsern hatten die *Dactylis*-Versuchspflanzen eine deutlich höhere Dichte von Zikaden. Dies traf auch auf andere Taxa, z. B. Spinnen, Fliegen und Käfer, zu. Bei den Zikaden gab es artspezifisch verschiedene Zusammenhänge zwischen der Siedlungsdichte und dem Abstand zur Autobahn, die nicht im Einzelnen erklärt werden konnten. Im Ganzen herrschte eine Tendenz zu höheren Individuendichten mit größerem Abstand zur Fahrbahn bzw. im Ackerinneren vor. Als gegenläufiger Trend war die Diversität der Zikadengemeinschaften an den Versuchspflanzen nahe der Autobahn erhöht. Außerdem zeigten die monophagen Zikadenarten an den *Dactylis*-Versuchspflanzen deutliche Randeffekte.

Tab. 1: Synopse über die beobachteten Effekte der Straße auf die Fauna
(Knappe Übersicht zu den ausführlichen Darstellungen in den Kapiteln 5–11 des Schlussberichtes)

Untersuchungsgebiet/ Habitattyp	Tiergruppe(n)	Fragestellung	Ergebnisse Effekt: ja / nein [kritische Distanz]
A 7 bei Göttingen/ offene Landschaft; <i>Urtica</i>	<i>Aglais urticae</i> Tagfalter, Ubiquist	Vorkommen u. Raupengelege im Gradienten Straße nah–fern [1–800 m]	höhere Belegung von Brennnessel-Patches mit zunehmender Entfernung von der Fahrbahn ja [21–50 m]
A 7 bei Göttingen/ offene Landschaft; <i>Urtica</i>	<i>Aglais urticae</i> , <i>Araschnia levana</i> <i>Aglais urticae</i> <i>Orthosia gothica</i>	Gradient Straße nah–fern in experimentellen Bi- (u. Tri-) Systemen Pflanze – Herbivor (-Parasitoid) Expositionsversuche mit Brennnesseln [1–50 m] Fraßversuche u. Laborzucht [1–10 m]	[<i>A. urticae</i> nicht eingeschlossen] hohe Prädation, kein Distanzeffekt sicherbar nein [<i>A. levana</i> eingeschlossen] höhere Sterblichkeit, leichtere Puppen, weniger Verpuppungen nahe der Fahrbahn ja [2–5 m] [<i>A. urticae</i> eingeschlossen und frei] Puppengewichte mit zunehmender Entfernung von Fahrbahn höher ja [< 25 m] Parasitierung direkt an Fahrbahn gering ja [1 m] prinzipieller Effekt (Brennnessel N-Gehalte, Entwicklungsdauer), aber kein Gradient messbar nein
A 7 Lämmerberg/ Ackerbrache	Zikaden	Gradient Straße nah–fern [30–200 m]	erhöhte Dichte im Nahbereich der Fahrbahn, durch Vegetation bedingt nein (?)
A 7 bei Echte/ Acker mit <i>Lollum</i>	Zikaden und weitere Taxa	Gradient Straße nah–fern in experimenteller Zikadengemeinschaft (Umpflanzungen v. <i>Dactylis</i> , <i>Agropyron</i>) [10–300 m]	Trasseneffekte, Randeffekte, Zonenunterschiede, nach Arten unterschiedlich; keine monokausalen Fahrbahn- Verkehrseffekte messbar ja / nein
A 7 bei Wiebrectshausen/ Ackerbrache	Zikaden	Gradient wie voriger (Umpflanzung von <i>Dactylis</i>) [10–50 m]	Randeffekte, nach Arten unterschiedlich nein
A 44 Weldaer Berg/ Grasland, Magerrasen	Zikaden	Gradient Straße nah–fern [10–70 m; 100–160 m]	Fahrbahnnahebereich (stärker anthropogen geprägt) hat mehr euryöke Arten und Generalisten ja [10–20 m] / ?> nein
A 44 Quast/ Grasland, Ruderalvegetation, Magerrasen	Zikaden	Gradient Straße nah–fern [8–27 m; 100–450 m]	Besiedlung abhängig von Vegetation/Struktur der Teilflächen ja [8–27 m] / nein [> 100 m] , nicht sicherbar
A 44 bei Hoof/ Mähwiesen	Bodenfauna, Laufkäfer	Gradienten Straße nah–fern [20–200 m]	Verteilungsmuster durch komplexe Faktoren bedingt Randeffekte u. Distanzunterschiede; Straßen- und Trassenwirkung unsicher/ nachrangig ja [20 m] / > 50 ?
A 7 Krelinger Heide	Zikaden	Gradient Straße nah–fern [6–40 m, 70–140 m]	kein von der Straße bedingtes Muster nein
A 7 Krelinger Heide	Bodenfauna	Gradient Straße nah–fern [10–50 m; 50–100 m]	nur z. T. (negative Wirkung auf Heidezikade, Käfer); von der Straße/Trasse bedingtes Muster ja [20 m] / > nein ?
A 7 bei Berkhof/ Kiefernforst	Zikaden	Gradient Straße nah–fern für Besiedler von <i>Avenella</i> , <i>Molinia</i> , <i>Calemprostis</i> u. a. [10–1 000 m]	artspezifische Abundanz- und Entwicklungsmuster, dominante Arten (z. B. <i>H. elegantulus</i>); saisonale u. Nährpflanzen-Effekte; Böschungsarten bis 19 m, Waldrandarten bis 50–80 m, Fahrbahnrand hat mehr euryöke Arten, mehr Spezialisten in größerem Abstand ja / (nein) [19 m, ~ 50 m, ?> 150 m]
A 7 bei Berkhof/ Kiefernforst	Zikaden	Gradient Waldrand–Wald (Straße ja / nein) Besiedler von <i>Avenella</i> , <i>Molinia</i> [5–120 m]	artspezifische Muster in Gradient Waldrand–Waldinneres, Waldrandeffekt an Fahrbahn modifiziert, ressourcenspezifische Effekte (<i>Avenella</i> -'gedüngt?', <i>Molinia</i> - 'beeinträchtigt?'); Spezialisten beeinträchtigt bis 50–120 m ja / (nein) [< 10 m, 50 m, ? 120 m]
A 7 bei Berkhof/ Kiefernforst	<i>Bupalus piniarius</i>	Gradient Straße nah–fern [20–1 000m]	Abundanz (Puppen) u. Parasitierung, keine Distanzunterschiede nein (?)
A 7 bei Berkhof/ Kiefernforst	Lepidoptera	Gradient Straße nah–fern; Lichtfang [25–650 m]	geringere Individuenzahl in 25 m-Distanz von Fahrbahn ja [25 m?]
A 7 bei Berkhof/ Kiefernforst	Bodenfauna	Gradient Straße nah–fern [6–10; 15–1 000 m]	Wirkung von Faktorengradienten im Zusammenhang mit der Straße (Ökotope, Schneisen); Straßen- u. Trasseneffekt nur bedingt trennbar ja / nein
A 44 Landschaft	Vögel	Gradient Straße nah–fern in Hecken; v. a. Heckenvögel [13–>800 m]	Gradient ja; nah geringere Artenzahl u. Revierdichte, art- u. gruppenspezifische Schwellen ja [35–100 m]
A 44 Landschaft	Vögel	Gradient Straße nah–fern Äcker; v. a. Offenlandbrüter [13–560 m]	in Fahrbahnnahe verringerte Dichte, artspezifische Schwellen ja [100–200 m]

- Baustein: Experimente mit Schmetterlingen auf Brennnesseln

Es erfolgten drei Expositionsversuche mit Schmetterlingsraupen an Brennnesseln (*Urtica dioica*), die zuvor in Pflanztöpfen auf vier Nachbarflächen der A 7 mit Graslandcharakter im Raum Göttingen ausgebracht worden waren. Dazu wurden Raupen jeweils der Sommer- und Frühjahrs-Generation (SG, FG) vom Kleinen Fuchs *Aglais urticae* und vom Landkärtchen *Araschnia levana* (SG) benutzt. Das Design dieser Versuche war unterschiedlich: ohne Gazeabschluss der Pflanzen und Raupen (*A. urticae* SG 1998), mit Gazeabschluss der Pflanzen und Raupen (*A. levana* SG 1998, Puppen von *A. urticae* SG 1999), parallel ohne und mit Gazeabschluss (*A. urticae* FG 1999). Zusätzlich fand eine ergänzende Exposition mit Puppen von *A. urticae* (FG) in sechs angrenzenden Habitaten an der Autobahn statt. Nach Methodentests im Jahr 1998 wurde 1999 beidseitig der A 7 ein Ausschnitt des Leinetals systematisch kartiert, um die natürliche Verteilung der Raupenlege von *A. urticae* (SG) zu bestimmen.

Ergänzend zu den Freilandarbeiten erfolgten im Labor drei Fraßversuche mit Raupen von *A. levana*, *Orthosia gothica* und *A. urticae* an Brennnesseln aus unterschiedlichen Distanzen zur Fahrbahn. *O. gothica* und *A. urticae* wurden mit Brennnesseln gefüttert, welche zuvor neun Monate an der Autobahn exponiert gewesen waren, bei *A. levana* wurden die Brennnesseln jeweils frisch von der Trasse geholt. Die Vitalität und Fertilität von *A. levana*- und *A. urticae*-Faltern aus den Versuchspopulationen von der Autobahn wurde bei Experimenten in Flugkäfigen überprüft.

Im Leinetal wurden im Abstand zwischen 0 und 800 m von der Trasse 448 mögliche Eiablageplätzen für *A. urticae* kartiert und darin 189 Gelege gefunden. Dabei wurden fernab der Fahrbahn hohe (14,3–46,7 %), bis in 20 m Abstand nur geringe (1,3–11,4 %) Belegzahlen ermittelt. Eine bevorzugte Eiablage an Brennnesseln fernab der Trasse ist für den Kleinen Fuchs damit höchst wahrscheinlich. Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen Brennnesselbestandsgröße und Anzahl der Raupenester gefunden werden.

Bei Expositionsversuchen mit Raupen auf *Urtica*-Pflanztöpfen in unterschiedlichen Abständen (bis 50 m) zum Fahrbahnrand konnten Zusammenhänge mit der Trasse nachgewiesen werden. Die Puppen von *A. levana* und *A. urticae* waren im fahrbahnnahen Bereich (bis 10 m) leichter als solche, die ihre Entwicklung in weiter entfernt liegenden Zonen vollzogen hatten. Die Mortalität von *A. levana* war im Abstand von 1–2 m vom Fahrbahnrand am höchsten (73 resp. 63 %) und nahm in weiter entfernt liegenden Abständen bis auf 18 % ab.

An dem Standort, der durch eine zusätzliche geringer frequentierte Fahrbahn weiter von der Hauptverkehrsspur liegt, entwickelten sich die schwersten Puppen von *A. levana* und *A. urticae* (121 resp. 304 mg). Im von Fahrbahnen einge-

grenzten 'Auffahrdreieck Grone' wurden die Puppen von *A. levana* und *A. urticae* nicht von der Erzwespe *Pteromalus puparum* befallen, im Unterschied zu allen anderen Expositionsflächen. Weitere Ergebnisse, die einen direkten Fahrbahneinfluss nicht sicher erkennen lassen, werden dargestellt.

Bei den Fraßversuchen hatten Brennnesseln, die neun Monate an der Fahrbahn (bis 10 m) exponiert waren, durchschnittlich höhere Stickstoffgehalte (+ 18 %) als Kontrollpflanzen gleichen Alters. Die Raupen von *O. gothica* waren in ihrer Entwicklung an den Pflanzen von der Fahrbahn im Durchschnitt zwei Tage schneller bis zur Verpuppung als die Kontrolltiere. Für *A. urticae* und *A. levana* konnten hier keine Unterschiede zwischen auto-bahnbeeinflussten Tieren und Kontrollen gesichert werden.

4. Folgerungen für die Praxis

Resümieren lässt sich, dass in stark verschiedenen Szenarien diverse Straßeneffekte festgestellt wurden. In der Vegetation und bei vielen biotoptypischen Tierpopulationen äußerten sie sich überwiegend als schwache und wenig weit reichende Randeffekte. In einigen Fällen waren sie als Ausfall von Tierarten, als reduzierte Populationsdichte oder in Form anderer ökologischer Parameter bis in vglw. große Distanzen messbar. Dabei sind trassenbürtige Randeffekte für viele Tiergruppen offenbar wichtiger als verkehrsbürtige Schädigungen, die nach dem experimentellen Gradienten nur im unmittelbaren Nahbereich eine Rolle zu spielen scheinen.

In der Mehrzahl der untersuchten ökologischen Situationen waren Auswirkungen der Straßen damit nicht hauptsächlich oder erstrangig. Die überwiegende Zahl der Tierpopulationen in den Nachbarbiotopen reagierte nicht oder nicht erkennbar direkt auf die Fahrbahn, allerdings hatten vielfach die begleitenden Strukturen eine große Bedeutung (die Böschungsv egetation und die durch die Trasse zusätzlich geschaffenen Ränder).

Messbare Abweichungen (Störeffekte) gab es bis in für kleine Insekten unerwartet große Distanzen von 50–150 m. In der Praxis müssen solche Wirkungen natürlich um ihre Erheblichkeit relativiert werden; danach wären bei den Wirbellosen überwiegend geringfügige Wirkungen bei Effekt-Reichweiten von 10–25 (–50 m) zu betonen. Bei den lärm- und störungsempfindlichen Vögeln lagen diese um eine Größenordnung höher (100–200 m).

Bewertende Verallgemeinerungen sind wegen dieses inhärenten Skalenproblems besonders schwierig. Ein universales Abstandsraaster lässt sich entweder nur gruppen- oder sogar art-spezifisch rechtfertigen oder es müsste an den maximalen Distanzen orientiert sein. Durch weitere Untersuchungen ließen sich Effektdistanzen und Wirkschwellen sicher weiter eingrenzen und präzisieren, exakte Meterangaben oder lineare Skalen darf man dabei aber nicht erwarten. □