

Annahme von Kleintierdurchlässen - Einfluss der Laufsohlenbeschaffenheit und des Kleinklimas auf die erfolgreiche Durchquerung

FA 2.263

Forschungsstelle: Beratungsstelle NATUR, Nackenheim
Bearbeiter: Fuhrmann, M. / Tauchert, J.
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn
Abschluss: September 2010

- Welche physikalischen und mikroklimatischen Eigenschaften haben verschiedene Durchlasstypen und Laufsohlen?
- Welche Einflüsse haben das Mikroklima und die Laufsohle auf das Verhalten der querenden Tiere?
- Lässt sich die Durchquerungsrate durch bauliche Veränderungen erhöhen?

1 Aufgabenstellung

Das Forschungsprojekt verfolgte das Ziel, den möglichen Einfluss der Laufsohlenbeschaffenheit und des Mikroklimas vor und in Durchlässen von Amphibienschutzanlagen auf die erfolgreiche Durchquerung durch Amphibien und andere Kleintiere zu ergründen. Es umfasste eine Laufzeit von vier Jahren. Anlass der Betrachtungen waren unterschiedliche Erfahrungen in der praktischen Ausführung und Wirksamkeit dauerhafter Anlagen zum Schutz wildlebender Tiere sowie als Querungshilfe für Wanderungen unter Straßen hindurch. Ausgangspunkt zum Bau derartiger Anlagen als fester Bestandteil von Straßen ist in der Regel ein natur- und artenschutzrechtlich begründeter Lösungsansatz zur Überwindung straßenbau- oder verkehrsbedingter Barrierewirkungen auf Wildtierpopulationen. Überwiegend wird hierbei der erforderliche Amphibienschutz in den Vordergrund gestellt, aber grundsätzlich können auch andere, bodengebunden sich fortbewegende Tiere von Durchlassanlagen quer zur Straße profitieren.

Der Einbau dauerhafter Schutzanlagen an Straßen, bestehend aus einem System meist aus Beton- und/oder Stahlteilen für Sperrzäune entlang der Straße und Tunneldurchlässe verschiedener Bauformen, galt bereits seit mehreren Jahrzehnten als eine Standardlösung zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen des Naturhaushalts. Planungshilfen für Schutzzeineinrichtungen und Hinweise zu erforderlichen Durchlassdimensionen sowie zur Gestaltung von Land- und Wasserlebensräumen für Amphibien bietet seit Ende der 1980er Jahre das "Merkblatt zum Amphibienschutz an Straßen" (MAmS) des Bundesministeriums für Verkehr (aktuelle Ausgabe 2000).

Vereinzelt durchgeführte Wirksamkeitsuntersuchungen jüngeren Datums an Amphibienschutzanlagen zeigten eine unterschiedliche und zum Teil nur geringe Annahme durch die Tiere bzw. geringe Querungserfolge. Entsprechend wirkt diese nach dem europäischen Artenschutzrecht und der Eingriffsregelung des Bundesnaturschutzgesetzes zu erbringende Minimierungsmaßnahme nicht immer zufriedenstellend und Amphibienpopulationen brachen trotz hoher Mittelaufwendungen offensichtlich in einigen Fällen ein. Ziel des Projektes war die Bestätigung oder Ablehnung der Hypothese, dass Laufsohlenbeschaffenheit und Mikroklima wesentlichen Einfluss auf die Durchquerung der Tunnel durch Amphibien nehmen. Dies wurde experimentell an einer Auswahl unterschiedlicher Amphibientunnel überprüft. Es sollten auch Vorgaben zur Optimierung der Laufsohlenbeläge und Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas entwickelt werden. Damit wurde erwartet, eine Steigerung der Wirksamkeit derartiger Anlagen mindestens bis zum notwendigen Maß bewirken zu können, nämlich einer für den Erhalt der Populationen notwendigen Querungsrate.

Die Forschungsfragen und -ziele des Projektes fokussierten daraus abgeleitet folgende Aspekte:

- Welche Verhaltensweisen zeigen Amphibien und andere Kleintiere bei der Tunneldurchquerung?

Die Bedeutung des Projektes ergab sich einerseits in Hinblick auf die Betroffenheit wildlebender Tierpopulationen und andererseits in Hinblick auf erhebliche Investitionen der Baulastträger. Für beides waren die prinzipielle Funktionalität und Wirksamkeit von dauerhaften Kleintierschutzanlagen zu prüfen und eventuelle Problemfelder aufzuzeigen. Das Ziel lag schließlich in einer konzeptionellen Betrachtung zum optimalen Einsatz sowie zur Gestaltung und Unterhaltung derartiger Straßenbauwerke.

2 Untersuchungsmethodik

Nach Durchführung einer Umfrage bei Verbänden und Behörden für Naturschutz und Straßenbauverwaltung in allen Bundesländern wurden insgesamt 79 Durchlässe in 16 bundesweit verteilte Schutzanlagen zur Überprüfung ausgewählt, die in fünf der insgesamt sieben Naturraum-Großeinheiten Deutschlands liegen. Die Auswahl umfasste alle Straßenklassen (4x Orts-/Kreisstraße, 4x Landes-/Staatsstraße, 6x Bundesstraße und 2x Autobahn), wodurch auch unterschiedliche Durchlasslängen von 7 - 42 m im Untersuchungsprogramm vertreten waren.

Betrachtet wurden Durchlässe unterschiedlicher Bauform, wie sie im MAms dargelegt sind (Rahmendurchlässe, Rohrdurchlässe und Stelztunnelelemente auf streifenförmigem Ortbetonfundament in Tunnellängsrichtung). Je nach Breite der Streifenfundamente und der Lage ihrer Innenkante kamen weitere Variationen in Bezug auf das Feuchtigkeitsregime der Laufsohle innerhalb des Durchlasses hinzu. In manchen der untersuchten "Krötentunneln" befanden sich zudem unterschiedlich hohe Wasserstände oder speziell geformte Bodenprofile zum Wasserabfluss und/oder seitlich angebrachte Rampen und Bermen. Damit Tiere, die an den Leiteinrichtungen parallel zur Straße entlang laufen, nicht an den Tunnelleingängen vorbei laufen, waren dort zudem teilweise Zuleitbretter, bzw. schräg oder schwalbenschwanzartig gestaltete Aufbauten installiert.

Neben dem Einfluss dieser verschiedenen Bauformen auf das Eintritts- und Durchquerungsverhalten der anwandernden Tiere wurden auch Eigenschaften der Lauffläche und von Betonelementen an den verschiedenen Bautypen und in unterschiedlicher Geländesituation befindlichen Tunnelsystemen systematisch untersucht. Die im Rahmen des Forschungsprojektes betrachteten und untersuchten Faktoren umfassten

- a) physikalische Eigenschaften:
 - Hygroskopizität und Alkalität von Betonelementen,
 - Magnetfeldmuster entlang verschiedener Anlagenteile
 - Vibrationen auf der Bodenoberfläche der Laufflächen,
 - verkehrsbedingte Lärmentwicklungen in den Durchlässen,
 - Lichtverteilung und "Lichtblitze" vorbeifahrender Autos zur abendlichen Wanderzeit;

- b) mikroklimatische Eigenschaften:
- bodennahe Lufttemperatur innerhalb und außerhalb der Durchlässe,
 - bodennahe Luftfeuchtigkeit innerhalb und außerhalb der Durchlässe,
 - bodennahe Windgeschwindigkeit innerhalb und außerhalb der Durchlässe,
 - Austrocknungswirkungen auf unterschiedlich große Stücke wassergesättigter Haushaltsschwämmchen innerhalb der Durchlässe.

Auswirkungen auf das Verhalten anwandernder und querender Tiere wurden direkt vor Ort nach einem einheitlichen Schema protokolliert (Einzeltierbeobachtungen an markierten und unmarkierten Tieren) und durch Filmaufnahmen (Massenbewegungen) ergänzt. In abgegrenzten Versuchsanlagen wurden eingesetzte Tiere verschiedenen Wahlexperimenten ausgesetzt, in denen ihre Eintrittshäufigkeit und ihr Verhalten vor jeweils zwei alternativen Durchlasseingängen mit und ohne Veränderungen beobachtet wurden. Auch an einigen der Durchlässe in bestehenden Amphibienschutzanlagen wurden versuchsweise Veränderungen vorgenommen und deren Auswirkungen auf das Verhalten der anwandernden Tiere analysiert. Getestet wurden folgende Parameter: Ferromagnetismus, Lichtblitze vorbeifahrender Autos, Beleuchtung des Durchlasses, Luftzug und Lärm im Durchlass, Bodenfeuchtigkeit vor und im Durchlass, Versteckplatzangebote im Durchlass sowie Länge und Form von Zuleitungen zur Durchlassöffnung. Außerdem wurde an einem Durchlass die Effizienz eines nachträglich eingebauten Einfallrohrs für adulte Springfrösche im Frühjahr und juvenile Erdkröten im Sommer überprüft.

3 Untersuchungsergebnisse

Die Umfrage ergab, dass dauerhafte Amphibienschutzanlagen überwiegend in Landes- oder Staatsstraßen mit einem Regelquerschnitt von 9,5 m eingebaut sind und beim Leitzaunmaterial Beton- oder Metallelemente deutlich vorherrschen. Im Durchschnitt sind 7,3 Durchlässe pro gemeldeter Schutzanlage eingebaut, bei denen Rechteckprofile nahezu $\frac{3}{4}$ aller Fälle ausmachen. Bis auf zwei spezifische Arten der Alpenregion treten nach den gemachten Angaben alle in Deutschland verbreiteten Amphibienarten auch an den Schutzanlagen an Straßen auf (17 von insgesamt 19 Arten). Die meisten Meldungen beziehen sich aber auf Erdkröten, Grasfrösche und Teichmolche.

Die Betrachtung der untersuchten Durchlässe ergab, dass ihre Böden sehr unterschiedlich gestaltet sein können, aber nur im Einzelfall (Einfüllung grober Schottersteine) die Fortbewegung kleiner Tiere aufgrund ihrer Oberflächenstruktur behindern. Selbst Laub- und Mülleinwehungen in den Durchlässen führte nicht zwangsläufig zu einer Undurchgängigkeit für Amphibien und andere Tiere vergleichbarer Größe. Wiederholt konnte beobachtet werden, dass bei grabfähigem Untergrund einige Tiere sogar die Durchlässe als Tagesversteck nutzten. Das Verhalten der Anwanderer variierte bei Durchlässen, die während der Frühjahrswanderperiode von Staunässe geflutet waren. Insbesondere Kammmolche nutzten in diesen Fällen vielfach die Pfützen unmittelbar vor der Schutzanlage als Laichplatz.

Die Hygroskopizität von Betonbauteilen erwies sich nicht als beeinträchtigend für die querenden Tiere bei Betrachtungen über eine Expositionszeit von maximal einer Minute, wie sie die Aufenthaltszeit eines Tieres auf einen Punkt des Durchlassbodens repräsentiert. Viele Betonbauteile waren im oberen Tunnelbereich deutlich alkalisch, doch die Laufbereiche wiesen

selbst unter der Straßenmitte immer pH-neutrale Verhältnisse auf. Das Erdmagnetfeld wird an allen Anlagen mit Metallzäunen und metallarmierten Betonbauteilen aufgrund ferro- und paramagnetischer Eigenschaften auf kurzen Distanzen unregelmäßig verändert (vor allem am Übergang zwischen verschiedenen Bauteilen) und fällt dadurch als Orientierungsmöglichkeit für anwandernde und querende Tiere völlig aus. Nur bei breiten Durchlässen mit deutlich über 100 cm lichter Weite konnte entlang der Mittelachse bei metallfreiem Untergrund ein unbeeinflusstes Erdmagnetfeld registriert werden. Im Einzelfall wurden auch über splitthaltigen Bodenauffüllungen vor Leiteinrichtungen und Durchlasseingängen Missweisungen der bodennah geführten Kompassnadel beobachtet.

Verkehrsbedingte Belastungen, wie Bodenvibrationen und Schallpegel, können innerhalb der Durchlässe in ihrer Wirksamkeit eher vernachlässigt werden. Unabhängig von der gewählten Position der Messgeräte innerhalb der Tunnel (mitig oder an der Tunnelwand) und auch im Eingangsbereich auf der Laufsohle der Leiteinrichtung und sogar auf dem Fahrbahnbelag am Straßenrand lagen die messbaren Erschütterungen jeweils unterhalb der Messgenauigkeit der Sensoren ($\pm 0,15$ g). Tunnel mit schallhartem Betonboden waren zwar lauter als Stelztunnel über einem Naturboden; Eingangsverengungen mit beispielsweise einem großen Einweiserement führten aber bereits zu einer deutlichen Schallpegelreduktion. Die versuchsweise durchgeführte Dämpfung des Durchlasseingangs mittels Schaumstoffabsorber war dagegen deutlich geringer wirksam. Sie umfasste beim Durchlass mit Naturboden auch nur einzelne Frequenzbänder, während sie beim Durchlass mit schallhartem Untergrund breitbandiger wirkte.

Durchlässe sind hinsichtlich ihrer Lichtverhältnisse natürlichen Tiergängen vergleichbar. So konnten bereits 60 cm nach dem Eingang nur noch 6 % der Lichtmenge im Außenbereich festgestellt werden. Die Lichtempfindlichkeit der Tiere zeigte sich zum Beispiel daran, dass die Wanderaktivität von Erdkröten in hellen Vollmondnächten deutlich vermindert war im Vergleich zu Nächten mit bedecktem Himmel.

Auch mikroklimatisch führen Durchlässe von Amphibienschutzanlagen zu einer deutlichen Dämpfung von Tagesschwankungen der bodennahen Lufttemperatur, Luftfeuchte und von Luftwirbelungen, wie sie vor Leitanlagen und Durchlasseingängen herrschen. In Eben-, Trog- und Hanglage erwiesen sich die Durchlässe in ihrem Innern ausnahmslos etwas wärmer als am Eingang (Unterschied < 2 °C). Nur in Dammlage war dieses Verhältnis umgekehrt.

Unterschiede im Temperaturregime innerhalb und außerhalb der Durchlässe von Amphibienschutzanlagen betrafen selten die Mitteltemperatur. Sie wirkten sich vor allem bei den Höchst- und Tiefstwerten aus. Alle untersuchten Durchlässe dämpften die an der Bodenoberfläche im Tages- und Jahresgang auftretenden Temperaturamplituden deutlich, im Extremfall sogar um 30 °C im Verhältnis zu einem durchlassnahen Leiteinrichtungsabschnitt in exponierter Lage, bei dem als Höchstwert > 50 °C gemessen wurde. Auch bei der Luftfeuchtigkeit stellte sich die Situation ähnlich dar, in dem austrocknungsgefährdete Situationen (minimal 40 % Luftfeuchte) innerhalb der Durchlässe im Vergleich zum Umfeld (vielfach auch Werte um 25 % Luftfeuchte) nur reduziert vorkamen. Im Straßenrandbereich verursachte der Fahrzeugverkehr offensichtlich böige Luftzirkulationen mit Geschwindigkeiten von bis zu 24 km/h. Diese pflanzten sich auch in die Durchlässe hinein fort, wurden dort aber im Vergleich zum Geschehen am Leitzaun deutlich abgeschwächt. Trotzdem erhöhten sie in den Tunneln die Wasserverdunstung bis zum Doppelten, wie in den Experimenten mit wassergesättigten Haushaltsschwämmchen nachgewiesen wurde. Das Verhaltensrepertoire der beobachteten Tiere vor den Durchlasseingängen war sehr vielfältig. Verharren und

häufiges Hin- und Herlaufen standen dabei aber im Vordergrund. 13 % der beobachteten Tiere versuchten zudem, durch Hochstellen und Klettern an Leitzäunen und Sperrbrettern das Schutzanlagensystem zu umgehen, was aber bei keiner der Beobachtungen gelang. Die meisten Tiere hielten sich dicht an der Sperrwand, bzw. unmittelbar vor den Durchlasseingängen auf, während nur 39 % der Amphibien aber auch tatsächlich hineinwanderten. Erdkröten schienen besonders gerne in "Tuchföhlung" zu Seitenwänden an Leitzäunen und Durchlassinnenwänden entlang zu laufen, während Braunfrösche dabei eher einen handbreiten Abstand dazu einhielten. Bot ein Durchlass einen lockeren Untergrund (z. B. Sand), dann gruben sich dort auch Kröten ein und nutzten die Durchlässe als Tagesversteck. An Ein-Weg-Durchlässen mit einem Fallrohr lag die Eintrittsquote bei nahezu 100 %. Es wurden auch Tiere anderer Tiergruppen bei der Durchquerung der Kleintierdurchlässe beobachtet: vor allem "Mäuse", aber auch Laufkäfer, Hunderfüßler und sogar verschiedene Fluginsekten. An größeren Tieren konnten Hauskatzen, Marder und Fuchs beobachtet werden sowie Ringelnattern, die an den Anlagen auf junge Amphibien als Beute warteten.

Die Verhaltensbeobachtungen in den Versuchsanlagen erbrachten keine eindeutigen Ergebnisse in Hinblick auf eine Präferenz oder Ablehnung bestimmter Veränderungen an Tunnelleingängen. Tendenziell wurden aber Durchlässe ohne Störung durch Lichtblitze und solche mit einer künstlichen Lärmquelle bevorzugt. Eine Befeuchtung des Tunnelbodens oder eine dauerhafte Beleuchtung des Durchlasses führte nicht zu einer messbaren Steigerung der Eintrittshäufigkeit. Auch die magnetische Missweisung am Tunnelleingang hielt die Tiere nicht in auffälliger Weise von einem Tunnelleintritt ab. Eine Ausnahme waren einzig juvenile Erdkröten, die auf die diesbezüglich präparierten Tunnelleingänge eher abweisend reagierten. Bei den in situ-Experimenten waren es die Abbremsung von Luftbewegungen im Durchlass, das Angebot an Versteckplätzen und die Verlängerung von Leitblenden am Durchlasseneingang, die zu vergleichsweise höheren Eintrittsraten der anwandernden Tiere führten. Da Leitblenden von den anwandernden Amphibien vielfach überklettert wurden oder im Tunnel, bzw. auf ihrer Rückseite umlaufen wurden, war es notwendig, sie zum einen möglichst weit in den Durchlass und ins Gelände vor dem Eingang reichen zu lassen und sie zusätzlich mit einem Überkletterschutz auszustatten. Die höchste Einwanderungsquote wurde aber trotz allem nur beim versuchsweisen Ansatz mit einer Einfallröhre in einen beiderseitig offenen Stelztunnel erreicht.

4 Folgerung für die Praxis

Kleintierschutzanlagen sind in aller Regel ein wirksames Instrument, verkehrswegbedingte Wanderbarrieren aufzuheben oder zumindest abzumildern. Dies zeigte sich auch in den Beobachtungen im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes. Allerdings sind die Untersuchungsergebnisse vor dem Hintergrund einer konzeptionellen Betrachtung zum sinnvollen Einsatz, zur Gestaltung und zur Wartung von Amphibienschutzanlagen zu diskutieren.

Hierbei gilt zu beachten, dass es neben der "Standardlösung" nach dem "Merkblatt für Amphibienschutz an Straßen" (MAmS) auch eine ganze Reihe anderer Raumnutzungssituationen gibt, für die alternative Maßnahmen zu bevorzugen wären. Entscheidende Faktoren sind hierbei der Abstand des Verkehrsweges vom Laichplatz und die dort vorkommenden Amphibien mit ihren artspezifischen Verteilungsmustern im Raum. Je nach Ausgangslage ist dadurch auch eine vom MAamS abweichende Schutzanlagenkonzeption ohne Durchlässe (z. B. eine Sperrwand auch nur auf einer Straßenseite) oder nur mit wenigen zur "allgemeinen Biotopvernetzung"

völlig ausreichend. Dies setzt allerdings eine gute Vorplanung voraus sowie eine nachhaltig wirksame Biotopgestaltung, auch im ferneren Straßenumfeld. Außerdem scheinen "klassische Schutzanlagen", die an saisonalen Wanderstrecken zum Einsatz kommen, an breiten Straßen (wie Autobahnen) nicht unbedingt zielführend zu sein. Je nach vorkommenden Arten ist zudem eine Differenzierung vorzunehmen: bei Kröten und Fröschen Straßenbreiten bis max. RQ 15,5 (= 3-streifige Bundesstraße), bei Molchen bis max. RQ 11 (= Landes- oder Staatsstraße).

Für die Gestaltung von Durchlässen beim Bau einer dauerhaften Amphibienschutzanlage lassen sich schließlich mehrere Kriterien aus den Untersuchungsergebnissen ableiten und das Merkblatt für Amphibienschutz an Straßen (MAmS) entsprechend anzupassen. Anlagen in der Nähe zum Laichplatz der Amphibien können in der Regel einfacher gestaltet werden, als solche fernab davon, da die Tiere im Nahbereich zum Laichplatz offensichtlich zielgerichteter wandern als fernab davon. Die Funktionalität von Kleintierdurchlässen ist im Grundsatz dann gegeben, wenn

- Betonbauteile nach dem Einbau gut gewässert werden (gilt auch für Ortbetoninstallationen), um den pH-Wert der Oberflächen auf ein neutrales Maß abzusenken und hygroskopische Wirkungen ausschließen zu können,
- bei der Bodengestaltung keine Schottersteine verwendet werden (vielfach alkalisch und Lückensystem bildet Wanderhindernis),
- bei der Bodengestaltung kein ferromagnetischer Gesteinssplitt zum Einsatz kommt (Überlagerung des Erdmagnetfeldes),
- möglichst nur magnetfreie Betonelemente zum Einsatz kommen,
- fugendichte Ausführungen an allen Bauteilübergängen vorgenommen werden,
- feuchte, aber nicht staunasse Bodenverhältnisse zumindest zur Zeit der Jungtierwanderung geschaffen werden,
- Stelztunnel auf Streifenfundamente mit senkrechten Innenkanten gesetzt werden und der anstehende Boden dazwischen weitgehend im Urzustand belassen bleibt (Erhalt von Kapillarporen und Bodenfeuchte auch am Durchlassrand),
- im Bedarfsfall schallabsorbierende Maßnahmen bei Durchlässen mit schallhartem Untergrund vorgenommen werden,
- Laufflächen vor Leitwänden und Durchlasseingängen nicht ausgeleuchtet werden (z. B. von Straßenlaternen oder dem Lichtkegel vorbeifahrender Fahrzeuge).

Ferner ist auch auf den Aspekt hin zu weisen, dass Durchlässe von Kleintierschutzanlagen nicht nur die gefahrlose Querung verkehrsreicher Straßen ermöglichen, sondern gerade aufgrund ihrer nachweislich günstigen mikroklimatischen Bedingungen ebenfalls eine Funktion als Versteckplatz (ähnlich wie natürliche Tiergänge) einnehmen können. Der gezielte Einbau Hohlraum bietender Steine könnte dies begünstigen. Empfehlenswert erscheint außerdem, bei Situationen mit Eintrittsverweigerung ein Kombinationssystem zu wählen aus offenem Durchlass mit einer "Einfallrutsche".

Bei der Wartung und Pflege von Schutzanlagen ist neben der Kontrolle zur Verkehrssicherheit und grundsätzlichen (technischen) Funktionalität auch die Wirksamkeit in größeren regel-

mäßigen Abständen zu überprüfen. Hierzu fehlt es aber noch an verbindlichen Vorgaben zur Methode und zum erforderlichen Umfang. Nur auf dieser Grundlage kann aber gewährleistet werden, dass die investierten Mittel auch dauerhaft die erwartete Wirkung entwickeln. Außerdem ist die Gestaltung und Pflege des Anlagenumfeldes ausschlaggebend für die Sinnhaftigkeit teurer Investitionen in Form von Kleintierschutzanlagen an Straßen. Hierzu müssen Straßenbau- und Naturschutzverwaltung in enger Abstimmung zusammen arbeiten.