

# **AMPHIBIEN UND VERKEHR**

## **Teil 3**

### **Zusammenfassung neuerer Ergebnisse**

**zusammengestellt von Jan Ryser**

#### **1. Einleitung**

Der Stand des Wissens zum Thema Amphibien und Verkehr, insbesondere Amphibien-Unterführungen, wurde letztmals vor dreieinhalb Jahren in einer Broschüre der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz zusammengefasst (Ryser 1985). Seither sind im Ausland wie auch in der Schweiz einige neue Erkenntnisse gesammelt worden. Dixel & Kneitz (1987) führten erstmals umfassende experimentelle Arbeiten zum Wirkungsgrad von verschiedenen Röhrentypen durch und untersuchten elf bestehende Anlagen auf ihre Wirksamkeit. In der Schweiz kontrollierten Müller (1986/87) und Meier (1985/86) die Funktionstüchtigkeit von zwei Unterführungen im Kanton Zürich. Im Januar 1989 wurde zudem in Rendsburg (BRD) eine Konferenz zum Thema Amphibien-Unterführungen abgehalten, an welcher Vertreter aus acht Ländern die neuesten Erkenntnisse diskutierten. Dazu gehörte insbesondere ein neuer Röhrentyp, welcher zur Strassenoberfläche Öffnungen aufweist (ACO-Röhren).

Im folgenden werden diese neueren Informationen zusammengefasst, Empfehlungen für den Bau neuer Anlagen abgeleitet, und einige Ueberlegungen zur Wahl der geeignetsten Massnahme angestellt.

#### **2. Praktische Erfahrungen**

Dixel & Kneitz untersuchten fünf 1-Weg- und sechs 2-Weg Anlagen in der BR Deutschland und Müller und Meier kontrollierten die 1-Weg Unterführungen vom Türlensee, bzw. von Volketswil. Die Erfahrungen waren sehr unterschiedlich und die Funktionstüchtigkeit der einzelnen Anlagen schwankte von völlig ungenügend bis gut. Konkret fanden sich bei allen Komponenten gewisse Mängel.

##### **2.1. Leitsysteme**

Plastik- und Maschendrahtzäune erwiesen sich verschiedentlich als ungenügend, da sie Molchen und Juvenilen, z.T. aber auch adulten Anuren ein Ueberqueren ermöglichten. Auch überhängende Vegetation konnte vor allem von Juvenilen zum Ueberwinden der Leitsysteme benützt werden. Die Geschwindigkeit der Fortbewegung am Zaun hing stark vom Zustand der Lauffläche ab.

Ein hindernisfreier Weg ermöglichte deutlich zügigeres Wandern. Abstehende Befestigungspfeiler der Zäune konnten kleine Amphibien gar zum Umkehren veranlassen. Tiere, welche senkrecht auf einen Zaun auftrafen, verschoben sich nur ungern. Nicht selten wurden v.a. Erdkröten tagelang an einem Zaun beobachtet. Männchen schienen sich oft weniger zielstrebig fortzubewegen als Weibchen, was mit ihrer Fortpflanzungsstrategie zusammenhängen dürfte (Ausschauhalten nach Weibchen). In einem Fall wurden bei Erdkröten am Zaun Wandergeschwindigkeiten von 5-37 m/h (Männchen) und 19-25 m/h (Paare) gemessen.

Bei 2-Weg Unterführungen wurde häufig beobachtet, dass Amphibien dem Zaun entlang an den Tunnelleingängen vorbeiwanderten. Bei 1-Weg Anlagen stellte sich das Problem, dass die Tiere die Eingangsschächte aktiv mieden oder an ihnen vorbeizogen, da sie sich nicht direkt am Zaun entlangbewegten. Bei einer quantitativen Studie wurden nur 30% der Erdkröten und Teichmolche und 15% der Bergmolche, welche im 1-Meter Umkreis eines Schachtes registriert wurden, beim entsprechenden Röhrenaussgang gefangen. In einem anderen Fall fielen nur elf von 40 am Zaun markierten Erdkröten in einen Schacht. Häufig schien ein ansehnlicher Teil der Tiere wieder vom Zaun wegzuwandern und z.T. die ganze Anlage zu umgehen. Rückwanderer vom Laichgewässer bereiteten im allgemeinen mehr Schwierigkeiten als Tiere auf der Laichwanderung.

**Konsequenzen:** Diese neueren Erfahrungen weisen erneut auf einige Konstruktionsmerkmale hin, welche zukünftig unbedingt beachtet werden müssen. Der Boden entlang der Leitsysteme sollte hindernisfrei sein, aber gleichzeitig möglichst beschattet (wegen den tagaktiven Juvenilen). Auch auf der der Strasse zugewandten Seite ist die Vegetation kurz zu halten, um das Ueberwachsen der Leitsysteme zu vermeiden. Um den Unterhalt zu erleichtern und ein Ueberwinden durch Amphibien zu verhindern, sind mindestens 40 cm hohe, dauerhafte Abschränkungen wie z.B. Betonwinkel zu verwenden. Diese müssen ein Ueberqueren von der Strassenseite her ermöglichen.

Diese Kriterien erfüllt auch ein neues System, das von der Firma ACO angeboten wird (Abb.1; Fr. 43.- pro Laufmeter). Es handelt sich um halbbogenförmige, mit Pfosten abgestützte Abschränkungen aus Recycling-Kunststoff. Erfahrungen damit fehlen noch weitgehend, gewisse Probleme könnten sich aber durch das erschwerte Mähen der Lauffläche ergeben. Andererseits könnte die Beschattung das Aufkommen von Vegetation stark verlangsamen.

Vor den Öffnungen der Tunnels bzw. Einfallsschächte sind unbedingt senkrecht zum Leitsystem abstehende, kurze Leitelemente zu installieren, welche die Tiere zu den Eingängen ablenken (Abb.2, siehe auch Ryser 1985, Abb.4). Ein Kanal mit rückwärtigen Öffnungen (System Etang de Sépey) kann im Fall von 1-Weg Unterführungen diese Leitsysteme ersetzen.

#### 4. Zitierte Literatur

- DEXEL R. & KNEITZ G. 1987: Zur Funktion von Amphibienschutzanlagen im Strassenbereich. - Universität Bonn, Inst. für angewandte Zoologie
- MEIER C. 1985/86: Untersuchung der Wirksamkeit einer Amphibien-Unterführung in Volketswil. - Unveröff. Typoskript
- MUELLER K. 1986/87: Untersuchung zur Wirksamkeit der Amphibienunterführungen am Türlensee. - Unveröff. Typoskript
- REH W. 1988: Populationsgenetische Untersuchungen am Grasfrosch (*Rana temporaria* L.; Amphibia: Anura: Ranidae) in der Saarpfälzischen Moorniederung. - Diplomarbeit Universität Mainz
- RYSER J. 1985: Amphibien und Verkehr. Teil 2. - Koordinationsstelle für Amphibien und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern

Herausgeber: KARCH (Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz), Bernastrasse 15, CH-3005 Bern. Mai 1989/1.Aufl. 1000 Ex.

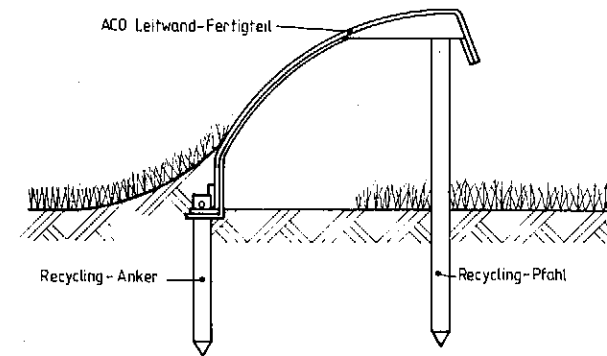


Abb.1: Querschnitt durch den Leitzaun (System ACO)

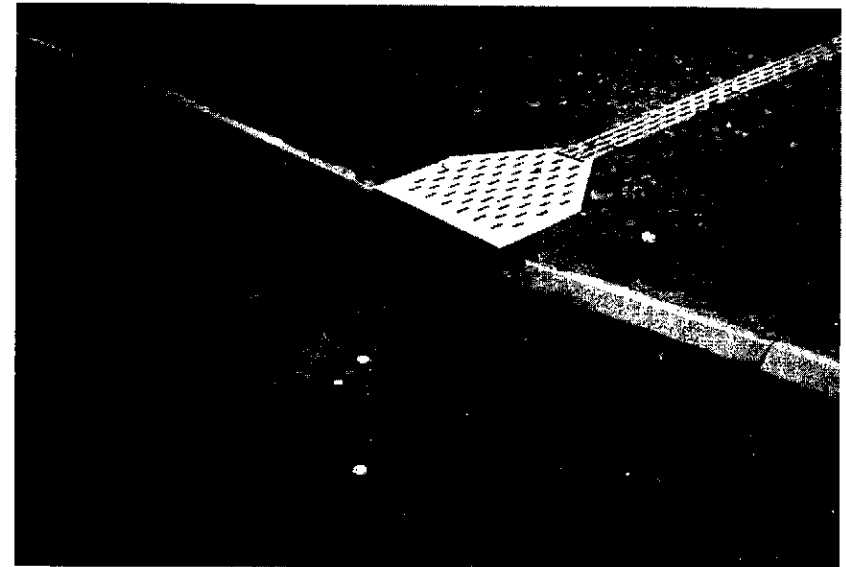
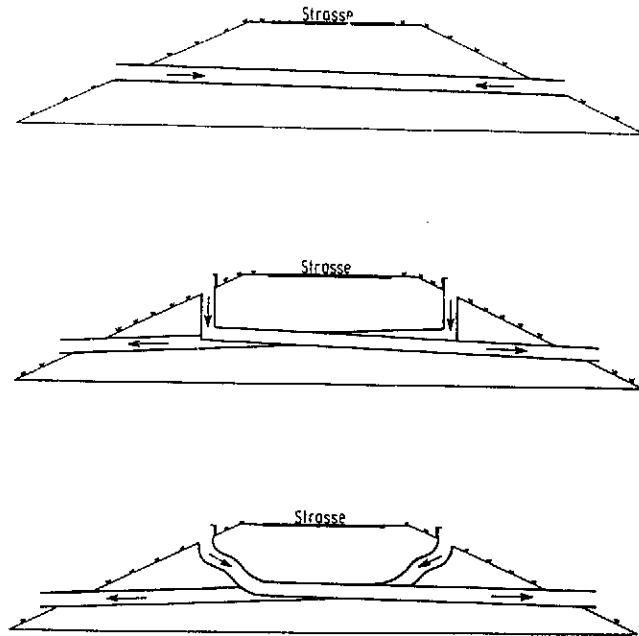


Abb.2: ACO-Röhre und Leitsystem mit zusätzlichen Leitelementen

## 2.2. 1-Weg Systeme

Zahlreiche der neueren Erfahrungen mit 1-Weg Unterführungen sind negativ, besonders mit Anlagen ohne Abdunklung der Eingänge und mit kleinen oder verwinkelten Röhren. In wenigen Fällen wurde sogar eine derart hohe Mortalität, besonders bei Juvenilen, beobachtet, dass die Anlagen als höchst schädlich betrachtet werden müssen.

In Deutschland wurden neben Einfallschächten auch gewinkelte Einfallsrohre als Zugang zu den Durchlässen verwendet (Abb.3). Bei beiden Systemen ergab sich häufig das Problem, dass Tiere, welche in den Röhren gefangen waren, sich gegen den Eingang orientierten und wieder hinauszuklettern versuchten. Juvenilen Anuren und Bergmolchen gelang dies auch bei einigen Anlagen. Insgesamt war die Bereitschaft, den Ausgängen zuzuwandern, bei vielen Tieren gering. Während einige die Röhren innerhalb von 30 Minuten oder weniger durchwanderten, verharrten andere während Tagen im



Querschnitt durch in Straßendämme eingebaute Amphibiendurchlässe.  
Oben: Zweiwegedurchlaß; Mitte: Einweg-Doppelröhre mit Einfallschächten; Unten: Einweg-Doppelröhre mit gewinkelten Einfallsröhren.

Abb.3 (nach Dexel & Kneitz 1987)

sache, dass bisweilen eine beträchtliche Mortalität, besonders bei Molchen, Juvenilen aber auch seltenen Arten, auftreten kann. Dies lässt es ratsam erscheinen, an Stellen mit bedeutenden Vorkommen von Molchen oder von gefährdeten Arten eine 2-Weg Konstruktion oder Ersatzgewässer zu wählen. Gleiches gilt für topografische Situationen, welche die Realisierung der empfohlenen Konstruktionsmerkmale nicht zulassen (Strassen in Senken, ev. auch in Ebenen).

In jedem Fall sollten vor der Verwirklichung neuer Amphibienunterführungen Fachleute konsultiert werden, damit künftig mangelhafte Konstruktionen möglichst vermieden werden können. Da aber Amphibienunterführungen wahrscheinlich in keinem Fall eine 100%ige Erfolgsrate aufweisen, stellen sie immer einen Kompromiss dar. Bei der Planung von neuen Strassen ist daher, besonders beim Vorkommen von gefährdeten Amphibienarten, auf eine Linienführung hinzuwirken, welche die Amphibienwanderungen möglichst nicht beeinträchtigt. Muss eine Lösung für eine Konfliktsituation gefunden werden, so sind zuerst die Unterführungen den Ersatzgewässern gegenüberzustellen. Ersatzgewässer haben den Vorteil, dass sie zusätzliche Fortpflanzungsmöglichkeiten für die Amphibien schaffen und, sofern genügend geeigneter Landlebensraum zur Verfügung steht, eine Bereicherung bedeuten können. Geeignete neue Gewässer werden spontan von Amphibien besiedelt. In der BR Deutschland wurde beobachtet, dass ein Ersatzgewässer im zweiten Jahr spontan von 75% der sonst als extrem laichplatztreu geltenden Erdkröten aufgesucht wurde. Andererseits besteht die Gefahr, dass das Konzept der Ersatzgewässer als Vorwand zur Zerstörung von bestehenden, wertvollen Feuchtgebieten dienen kann. Zudem wird mit Ersatzgewässern und dem normalerweise damit verbundenen Errichten von Dauerabschrankungen der Isolierung der Amphibienpopulationen weiter Vorschub geleistet. Wie eine neue Studie aus der BR Deutschland gezeigt hat (Reh 1988), ist die genetische Isolierung durch Verkehrswege (insbesondere auch Eisenbahnen) und ungeeignete Kulturlandflächen (Aecker) selbst bei einer Art wie dem Grasfrosch bereits beträchtlich. Eine solche Isolierung vermindert die Möglichkeit der Wiederbelebung erloschener Populationen und kann zu genetischen Veränderungen führen (Abnahme der genetischen Variabilität, Zunahme der Homozygotie), welche das Überleben einer Population mittel- bis langfristig beeinträchtigen kann.

In der Praxis müssen bei der Realisierbarkeit beider Möglichkeiten die Vor- und Nachteile von Ersatzgewässern und Unterführungen sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Ersatzgewässer sollten in jedem Fall dort gewählt werden, wo der Erfolg von Unterführungen wegen topografischen Schwierigkeiten oder wegen der Länge der zu erstellenden Röhren (z.B. bei Autobahnen!) sehr zweifelhaft ist. Auch beim Vorkommen von seltenen Arten könnten sich Ersatzgewässer vorteilhafter auswirken. Unterführungen wären vorzuziehen, wenn die Isolierung eines bestehenden, wertvollen Gewässers dieses stark entwerten würde, weil z.B. auf jener Strassenseite kaum günstiger Landlebensraum vorhanden ist.

### 3. Schlussfolgerungen

Die bisherigen Erfahrungen mit Amphibienunterführungen zeigen, dass es z.Zt. drei Systeme gibt, welche grundsätzlich ihren Zweck erfüllen können. Alle diese Systeme sind mit spezifischen Vor- und Nachteilen behaftet, welche sie für verschiedene topografische Situationen und verschiedene Arten geeignet machen.

Im Gegensatz zur Schweiz ist in der BR Deutschland den **2-Weg Anlagen** der Vorzug gegeben worden. Aufgrund ihrer Untersuchungen betrachten Dixel & Kneitz diese Wahl als richtig und empfehlen ausdrücklich diesen Typ. 2-Weg Unterführungen müssen **gross** und **gerade** sein und möglichst **genau auf der Wanderroute** und in Wanderrichtung liegen. Kurze Leitzaune vor den Eingängen müssen die Tiere in die Öffnungen lenken. Nachteile dieses Systems sind, dass die Amphibien nicht zu deren Benützung gezwungen werden können, und dass immer ein Teil der Tiere die Benützung verweigert und z.T. die ganze Anlage umgeht. Der Vorteil besteht andererseits darin, dass kaum Todesfälle auftreten, da die Tiere nirgends gefangen sind. Aufgrund ihrer Konstruktionsmerkmale sind 2-Weg Anlagen praktisch nur an Strassenstücken zu realisieren, welche erhöht auf einem Damm verlaufen. In diesen Situationen ist eine konventionelle 2-Weg-Anlage den anderen Systemen vorzuziehen. Um möglichst auch die Verweigerer zu erfassen und damit die Erfogsrate zu erhöhen, könnte zusätzlich zu den 2-Weg Tunnels noch je eine 1-Weg Röhre an den Enden der Anlage gebaut werden. Diese könnten die Verweigerer zur Benützung von Durchlässen zwingen, bevor die Tiere das Ende der Anlage erreichen und die Strasse überqueren.

**ACO-Röhren** werden ebenfalls in 2-Weg Anlagen verwendet. Ihr geringer Durchmesser scheint durch die oberseitigen Öffnungen mehr als kompensiert zu werden, was diesen Typ nach bisheriger Erkenntnis recht vielversprechend macht. ACO-Anlagen haben dieselben Vor- und Nachteile wie konventionelle 2-Weg Unterführungen, aber nicht deren topografische Einschränkungen. Wegen ihrer geringen Tiefe von nur 40 cm können sie problemlos in Strassen in **Ebenen** wie auch in leichten **Senken** eingebaut werden. Wegen der Nachteile, die in solchen Lagen mit 1-Weg Anlagen in Kauf genommen werden müssen, sind Oberflächenröhren in diesen Fällen, wie auch auf **felsigem Untergrund** oder in **Hanglagen**, die einzige zu empfehlende Lösung.

**1-Weg Anlagen** wurden vor allem in der Schweiz verwirklicht. Ihre Bevorzugung erfolgte möglicherweise aufgrund von schlechten Erfahrungen mit ersten, viel zu kleinen 2-Weg Unterführungen. Der gute Erfolg der Anlage am Etang de Sépey bestärkte die Bevorzugung der 1-Weg Unterführungen. Die bisher gemachten Erfahrungen zeigen aber, dass mit 1-Weg Systemen das grösste Risiko verbunden ist. Während einige Anlagen gut funktionieren, ist bei vielen anderen der Erfolg gering, ohne dass dies immer eindeutig auf Konstruktionsmängel zurückgeführt werden kann. Auch beim Beachten der gemachten Empfehlungen (Abdunkeln der Eingänge; grosse, gerade, möglichst nicht ansteigende Röhren) muss deshalb mit einigen Unsicherheiten hinsichtlich des Erfolges gerechnet werden. Besonders störend ist die Tat-

Schacht oder in den Röhren. In einem Fall verliessen nur 10 von 30 Erdkröten die Anlage innerhalb von zwei Tagen, während der Rest nach sechs Tagen gerettet werden musste. Gerade die seltenen Arten Laubfrosch und Unke durchliefen in einer Anlage in Deutschland die Röhren praktisch überhaupt nicht. Markierte Tiere wurden bis zu sechs Monate (!) in Schächten beobachtet. Die lange Verweildauer vieler Amphibien führte zu einer entsprechend hohen Mortalität, vor allem bei Juvenilen und Molchen. In einer Anlage mit ansteigend verwinkelten Röhren starben wahrscheinlich bis zu 95% der juvenilen Erdkröten. Todesursachen umfassen Erfrieren, Vertrocknen, Verhungern und Prädation durch z.B. Spitzmäuse. Verschiedentlich wurde auch beobachtet, dass Amphibien beim Verlassen der Röhren umherirrten und in Einfallschächte der Gegenseite fielen.

**Konsequenzen:** Aufgrund ihrer Erfahrungen geben Dixel & Kneitz gewinkelten Einfallsröhren gegenüber Einfallschächten den Vorzug. In jedem Fall ist der Lichteinfall vom Eingang her möglichst gering zu halten und ein Hinaufklettern des Einfallschachtes/rohres durch die Amphibien zu verhindern. Entsprechende Konstruktionen wurden bereits in früheren Publikationen beschrieben (z.B. Ryser 1985). Die Röhren sollten grundsätzlich möglichst gross sein, doch sind nicht ganz so grosse Durchmesser nötig wie bei 2-Weg Anlagen (siehe unten). Die Röhren sollten unbedingt gerade (nicht abgewinkelt) und nicht ansteigend sein. Wenn damit die Bodenoberfläche am Ausgang nicht erreicht werden kann, so ist es besser, die Röhren in einem Trichter enden zu lassen (siehe Ryser 1985, Abb.2) oder einen anderen Konstruktionstyp zu wählen (Oberflächenröhren).

#### 2.3. 2-Weg Systeme

In Deutschland wurden recht gut wie auch schlecht funktionierende 2-Weg Anlagen festgestellt. Neben den fehlenden Leiteinrichtungen vor den Tunnelöffnungen scheinen vor allem geringe Röhrendurchmesser (<50 cm) für mangelnden Erfolg verantwortlich zu sein. Viele Tiere zögerten vor dem Eintritt in die Röhre, z.T. kehrten sie auch in den Röhren wieder um. Juvenile versuchten z.T. ihre angestammte Wanderrichtung beizubehalten und kletterten die Wandung des Durchlasses hinauf. Unterführungen von Fuss- und Wirtschaftswegen unter Strassen wurden erfolgreich von Amphibien benützt.

**Konsequenzen:** 2-Weg Unterführungen müssen möglichst gross dimensioniert sein. Konkret heisst das, dass nur Röhren von mindestens 80 cm Durchmesser oder Durchgänge im Kastenprofil von 100x75 cm Verwendung finden sollten. Die Röhren müssen möglichst genau auf die Wanderwege gelegt werden. U.U. ist es sinnvoll, die Durchlässe nicht im rechten Winkel zur Strasse einzubauen, um die Akzeptanz bei flachem Auftreffen der Tiere zu verbessern. Unterführungen für Fussgänger etc. können und sollten in ein Schutzkonzept miteinbezogen werden.

## 2.4. Oberflächenröhren (ACO-Röhren)

Seit ca. zwei Jahren wird von der Firma ACO in CH-8756 Mitlödi GL ein neuartiger Röhrentyp angeboten, welcher in 2-Weg Anlagen Verwendung finden kann. Es handelt sich um Röhren mit einer Weite von 25 cm, welche nach oben Öffnungen aufweisen (Abb.4) und bündig zur Strassenoberfläche eingebaut werden. Das System ist von Sammelrohren zum Abführen von Oberflächenwasser abgeleitet. Die Kosten für die Röhren betragen z.Zt. Fr. 310.- pro Meter. Dazu kommen Kosten in der gleichen Grössenordnung für den Einbau. Eine ähnliche Konstruktion mit 36 cm weiten Röhren mit direkt aufliegendem Metallrost (Typ Polydrain LN 360) wird von der Firma Polybau, CH-8134 Adliswil ZH, zum Preise von Fr. 662.- pro Laufmeter angeboten.

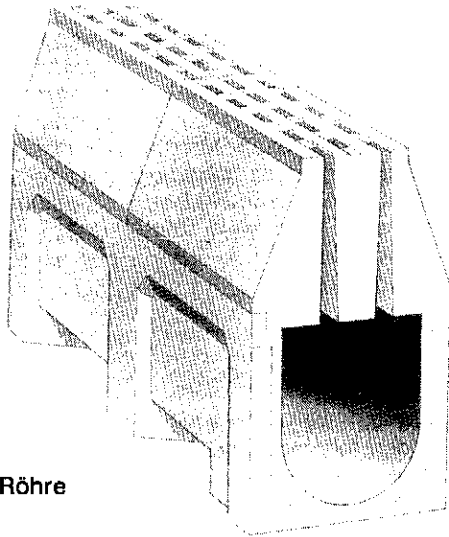


Abb.4: ACO-Röhre

Erste Anlagen des Typs ACO wurden bereits in Deutschland, England und den USA mit z.T. grosser Medienbeachtung errichtet. In der Schweiz wurden im Frühjahr 89 die ersten ACO-Anlagen gebaut, und zwar bei Herisau, Wattwil SG und Anwil BL. Eine weitere Anlage des Typs Polydrain wurde zudem bei Riva San Vitale am Luganensee errichtet. Aufgrund ihrer Neuartigkeit sind die Erfahrungen mit Oberflächenröhren noch beschränkt. Erste Beobachtungen an ACO-Anlagen im Ausland deuten aber auf eine gute bis sehr gute Funktionstüchtigkeit hin. Der geringe Röhrendurchmesser scheint bei dieser Konstruktion kein wesentliches Hindernis darzustellen. Gewisse Probleme ergaben sich einzig in einem Fall von sehr grossem Andrang, indem die Kapazität des Durchgangs weit überschritten wurde und sich die Kröten

stauten. Probleme sind auch denkbar bei einem Einsatz für *Bufo bufo spinosus* im Tessin, da die Weibchen dieser Unterart sehr gross werden können (bis 450 g). Bei Verwendung des ACO-Röhrentyps sind deshalb die Populations- und Individuengrössen zu berücksichtigen, u.U. mit einer Erhöhung der Zahl der Durchlässe.

Die Vorteile dieses Systems dürften klar bei der nach oben offenen Konstruktionsweise liegen, welche einen Lichteinfall ermöglicht und Unterschiede im Mikroklima zwischen Röhre und Umgebung reduziert. Es ist anzunehmen, dass der Lichteinfall der entscheidende Faktor ist. In England wurde ein verzögertes Durchwandern am Abend festgestellt, wofür leichte Temperaturunterschiede am Tunneleingang verantwortlich gemacht wurden. Das direkte Ueberrollen der Röhren durch Fahrzeuge scheint die Amphibien nicht grundsätzlich von einer Benützung abzuhalten. Es ist aber möglich, dass starker Verkehr in den Abendstunden die Durchwanderung etwas verzögert. Ein bei der Planung zu beachtendes Problem stellt die mögliche Ueberflutung der Röhren durch Oberflächenwasser dar. U.U. müssten zur Lösung dieses Problems zusätzliche Abflusskanäle oberhalb der Durchlässe in die Strasse eingebaut werden. Ebenfalls als nützlich haben sich Sickerbette unmittelbar vor den Tunneleingängen erwiesen.

## 2.5. Experimentelle Ergebnisse

Dexel & Kneitz errichteten in einem Waldstück eine Versuchsanlage bestehend aus zehn verschiedenen dimensionierten Röhren und testeten die Akzeptanz durch Erdkröten. Die Röhren wiesen Durchmesser von 30 bis 100 cm bzw. ein Kastenprofil von 40x40 bis 100x75 cm auf. Obwohl der Zusammenhang zwischen Röhrendurchmesser und Durchwanderrate nicht absolut war, wurden die Röhren mit grossem Durchmesser generell besser akzeptiert. Die besten Resultate wurden in den beiden Untersuchungsjahren mit Röhren von 100 cm Durchmesser bzw. Abmessungen von 100x75 cm erzielt. Ein 40x40 cm grosser, mit einem Rost abgedeckter Durchgang erzielte ein besseres Resultat als aufgrund des Durchmessers erwartet. Eine Verlängerung der Durchlässe von 15 auf 45 m hatte eine deutliche Verschlechterung der Akzeptanz zur Folge. Insgesamt wurden die Durchlässe aber nie von mehr als 80% der Kröten, welche in deren Bereich (10 m) kamen, passiert. Ein Teil der Tiere kehrte dabei bereits vor dem Erreichen der Eingänge um, ein Teil aber erst in den Röhren. Im letzteren Fall erfolgte die Umkehr fast immer im ersten Drittel der Durchlässe. Allerdings ist festzuhalten, dass es den Tieren aufgrund der Versuchsanordnung nicht möglich war, diesselbe oder eine andere Röhre in einem zweiten Anlauf zu durchwandern. Zwischen den Geschlechtern zeigten sich keine markanten Unterschiede, z.T. tendierten die Weibchen aber zu einer besseren Akzeptanz. Wie auch in anderen Anlagen zeigte sich keine deutliche Bevorzugung von Beton oder Erde als Laufuntergrund.