

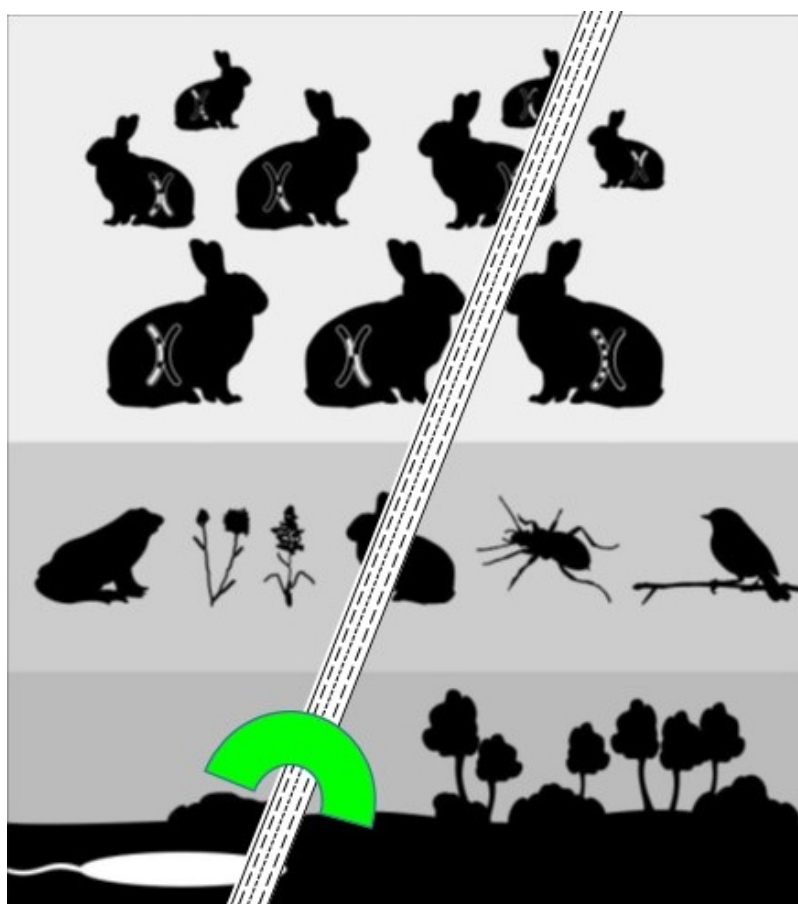
**Heinrich Reck, Kersten Hänel, Martin Strein,
Bertram Georgii, Michael Henneberg,
Elke Peters-Ostenberg und Marita Böttcher**

Green Bridges, Wildlife Tunnels and Fauna Culverts

The Biodiversity Approach

Grünbrücken, Faunatunnel und Tierdurchlässe

Anforderungen an Querungshilfen



Green Bridges, Wildlife Tunnels and Fauna Culverts

The Biodiversity Approach

**Executive Summary of the Research + Development Project
“BfN-Defragmentation Handbook”
(FKZ 3511 82 1200)**

Grünbrücken, Faunatunnel und Tierdurchlässe

Anforderungen an Querungshilfen

**Praxisempfehlungen aus dem F+E-Vorhaben
„Handbuch Wiedervernetzung“ (FKZ 3511 82 1200)**

**Heinrich Reck
Kersten Hänel
Martin Strein
Bertram Georgii
Michael Henneberg
Elke Peters-Ostenberg
Marita Böttcher**

Coverpicture/ Titelbild: Re-linking of ecosystems safeguards the spatio-temporal functionality of biocenosis just as formerly fragmented populations and genetic diversity (picture based on Temple/Sayre) Ökosystemare Wiedervernetzung sichert die raum-zeitliche Funktionsfähigkeit von Lebensgemeinschaften, den Populationsverbund und die genetische Vielfalt (Abb. nach Temple/Sayre)

Authors' addresses/Adressen der Autorinnen und Autoren:

PD Dr. Heinrich Reck Institute for Natural Resource Conservation/CAU-Kiel, Institut für Natur- und Ressourcenschutz Kiel University
Olshausenstr. 75, 24118 Kiel, Germany

Dr. Kersten Hänel Department of Landscape and Vegetation Ecology, University of Kassel/FG Landschafts- und Vegetationsökologie, Universität Kassel
Gottschalkstr. 26 a, 34127 Kassel, Germany

Martin Strein Woodland Conservation Department, Baden-Württemberg Forestry Research Institute/ FVA, Abteilung Waldschutz
Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg, Germany

Dr. Bertram Georgii VAUNA e.V., (Verein für Arten-, Umwelt- und Naturschutz)
Ruederer Weg 21, 82487 Oberammergau, Germany

Dr. Michael Henneberg
Elke Peters-Ostenberg Steinbeis Transfer Centre, Institute for Management Innovation/Steinbeis-Transferzentrum
Justus-von-Liebig-Str. 6, 18059 Rostock, Germany

Marita Böttcher Federal Agency for Nature Conservation/Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Karl-Liebknecht-Str. 143, 04277 Leipzig, Germany

Mona Dahmen Hindenburgstr. 126B, 22297 Hamburg, Germany

Fachbetreuung im BfN/Scientific Supervision:

Marita Böttcher Department II 4.2 "Impact Mitigation Regulation, Transport Infrastructure Planning"/
Fachgebiet II 4.2 „Eingriffsregelung, Verkehrswegeplanung“

This study was funded by the German Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety as Research & Development project./Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (FKZ: 3511 82 1200).

This publication is included in the literature database "DNL-online" (www.dnl-online.de)

BfN-Skripten are not available in book trade. A pdf version can be downloaded from the internet at:
<http://www.bfn.de/skripten.html>.

Publisher: Federal Agency for Nature Conservation
Konstantinstraße 110, 53179 Bonn, Germany
URL: <http://www.bfn.de>

The publisher takes no guarantee for correctness, details and completeness of statements and views in this report as well as no guarantee for respecting private rights of third parties. Views expressed in this publication are those of the authors and do not necessarily represent those of the publisher.

This work with all its parts is protected by copyright. Any use beyond the strict limits of the copyright law without the consent of the publisher is inadmissible and punishable.

Reprint, as well as in extracts, only with permission of Federal Agency for Nature Conservation.

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturliteraturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).
BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter
<http://www.bfn.de/skripten.html> heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

ISBN 978-3-89624-259-4

DOI 10.19217/skr522

Bonn - Bad Godesberg 2019

Vorwort

Der Bau von Querungshilfen (Grünbrücken, Faunabrücken und Tier-Unterführungen) gehört seit einigen Jahren zum Maßnahmeninventar des Straßenbaus zur Vermeidung übermäßiger Lebensraumzerschneidung. Sind diese richtig geplant, am richtigen Ort gebaut, die Ansprüche aller erheblich betroffener Arten berücksichtigt (d.h. vom Laufkäfer bis hin zum Rothirsch) und sind sie mit dem Hinterland verbunden, tragen Querungshilfen zur Verringerung von Lebensraumzerschneidung durch Verkehrswege bei und unterstützen so den Erhalt der Biologischen Vielfalt. Damit unterstützen diese Maßnahmenelemente die Erfüllung des in der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt gesetzten Zieles, dass „bis 2020 (...) von den bestehenden Verkehrswegen in der Regel keine erheblichen Beeinträchtigungen des Biotopverbundsystems mehr aus[gehen]“ (s. konkrete Vision B2.8). Gleichzeitig sind sie auch Elemente einer „Grünen Infrastruktur“, deren Aufbau von der Europäischen Union empfohlen wird.

In den letzten Jahren hat sich das Praxiswissen zu Querungshilfen dank konkreter Untersuchungen über die Erforderlichkeit, die Gestaltung und die landschaftliche Einbindung, die von Naturschutz- und auch von Straßenbauseite finanziert wurden, vertieft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und einer ausführlichen Literaturanalyse sind in die vorliegenden Handlungsempfehlungen eingeflossen.

Damit werden erstmals integrative Empfehlungen vorgelegt, die die Anforderungen der gesamten biologischen Vielfalt berücksichtigen, sich also nicht nur auf einzelne Arten beziehen. Zudem werden ökosystemare Bezüge deutlicher beachtet. Die sich hieraus ergebenden Anforderungen werden anhand von Planungsleitsätzen zur Erforderlichkeit von Querungshilfen, konkreten Gestaltungsbeispielen für verschiedene Ökosystemtypen, Hinweisen zur Vermeidung von Fehlerquellen, Ausführungen zum – besonders wichtigen und oft vernachlässigten – Substratmanagement sowie zur Oberflächen- und Umfeldgestaltung oder zur Hinterlandanbindung anschaulich dargestellt und mit knappen Erläuterungen versehen.

Mit den vorgelegten Handlungsempfehlungen kann der Stand der Praxis den neuen, wissenschaftlich ermittelten Erkenntnissen folgen und damit zur Erfüllung der Ziele der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt und der aus dem BNatSchG resultierenden Anforderungen zur Vermeidung und Verminderung von Zerschneidungswirkungen beitragen. Die Anwendung in der Praxis wird daher empfohlen.

Prof. Dr. Beate Jessel

Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz

Foreword (translation from the print edition)

For some years, the construction of wildlife crossings (green bridges, fauna bridges and animal underpasses) has been one of the instruments deployed to prevent excessive habitat fragmentation when roads are built. If they are correctly planned, constructed in the right places, take account of the needs of all significantly affected species (i.e. from the ground beetle to the red deer) and are connected to their hinterlands, wildlife crossings help to reduce habitat fragmentation by transport infrastructure and, in this way, support the preservation of biological diversity. Consequently, these measures support the achievement of the aim articulated in the National Strategy on Biological Diversity: 'By 2020, as a general rule, the existing transport infrastructure will no longer cause any significant impairments to the system of interlinked biotopes' (see 'Concrete Vision', B 2.8). At the same time, they are also elements of 'green infrastructure', the expansion of which is recommended by the European Union.

Over the last few years, our practical knowledge about wildlife crossings has grown deeper thanks to concrete studies that have looked at when they are necessary, how they should be designed and how they can be integrated into landscapes, studies that have been financed by actors in both nature conservation and road construction. The results of these studies and an extensive review of the literature on this topic have informed the present recommendations for action.

This document therefore presents integrative recommendations that encompass biological diversity as a whole for the first time and, in other words, do not relate solely to individual species. Furthermore, ecosystem functions are taken into consideration with greater clarity. The requirements for planning and construction are set out in the form of clear planning guidelines on when wildlife crossings are needed, concrete examples of their design for various ecosystem types, advice on the avoidance of errors, and comments on the – particularly important and often neglected – topic of substrate management, surface landscaping, the landscaping of surrounding areas and the connection of crossings to their hinterlands, all accompanied by brief explanatory notes.

The recommendations for action presented in this document will make it possible for cutting-edge practice to reflect the latest, scientifically obtained findings in this field and therefore contribute to the achievement of the aims set out in the National Strategy on Biological Diversity, as well as the satisfaction of the requirements imposed by the Federal Nature Conservation Act (BNatSchG) concerning the prevention and reduction of fragmentation effects. Their application in practice is therefore recommended.

Prof Dr Beate Jessel

President of the Federal Agency for Nature Conservation

Grünbrücken, Faunatunnel und Tierdurchlässe

Vorbemerkungen zu Anwendungsbereichen und zu Quellen

Anwendungsgegenstände

Die hier dargestellten Anforderungen an Querungshilfen berücksichtigen Überführungs- und Unterführungsbauwerke; der Barrierenrückbau oder Wildwarnanlagen sind nicht berücksichtigt.

Ausgewählte, besondere Themen

Gildenspezifische Qualitätsmerkmale (Tab. 1), 7 Regeln zum Bedarf (S.23), Substratmanagement (S. 45), und Hinterlandanbindung (S.81)

Einbindung ins Handbuch Wiedervernetzung und in Komplementärprojekte

Die Anforderungen sind das Ergebnis bzw. die „executive summary“ des BfN-Projekts „Handbuch Wiedervernetzung“. Neben einer umfangreichen Literaturanalyse im Rahmen des Handbuchs (siehe Langfassung) sind insbesondere Ergebnisse aus den im Folgenden aufgelisteten Vorhaben in die Empfehlungen eingeflossen: Die BfN-Projekte „Holsteiner Lebensraumkorridore“ (Reck et al. in Vorb.), „Wirksamkeitskontrollen von Wiedervernetzungsmaßnahmen“ (Strein et al. in Vorb.), „Modellhafte Untersuchung des Begleitgrüns von Straßen“ (Richter et al. in Vorb.) sowie das BAST-Vorhaben „Wirksamkeit von Querungshilfen für Kleintiere“ (Richter et al. im Druck). Außerdem waren Diskussionen im Rahmen des Monitorings der Grünbrücke Kiebitzholm (LBV Schleswig-Holstein), der Fortschreibung des „Merkblattes zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen“ - MAQ - (Arbeitskreis 2.9.7 der FGSV) sowie der Informationsaustausch mit zahlreichen weiteren Kollegen, insbesondere im Rahmen des Infra Eco Network Europe (IENE) wichtige Grundlagen. Die Mitwirkenden an den genannten Vorhaben und Diskussionen haben erheblichen Anteil am Zustandekommen und den Inhalten der nachfolgenden Empfehlungen, genauso wie zahlreiche internationale Leitfäden bzw. Leitfäden von Nachbarstaaten (z. B. das European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions - COST 341, Wildlife and Traffic (luell et al. 2003, ISBN-90-501-1186-6) und dessen Fortentwicklung in verschiedenen europäischen Staaten, der „Leidraad faunavoorzieningen bij wegen“ (Kruidering et al. 2005, ISBN 90-369-5577-7) oder das „Handbook of Road Ecology“ (van der Ree et al. 2015, ISBN 978-1-118-56818-7) . Verantwortlich für den Inhalt und die Gewichtungen in der vorliegenden Zusammenstellung sind aber ausschließlich die Autoren.

Dank

Die zahlreichen Partner, Förderer und Mitwirkenden im Rahmen der aktuellen Arbeiten zur Wiedervernetzung haben wesentlichen Anteil am Zustandekommen der Empfehlungen; besonderer Dank gilt den im Folgenden genannten Personen und Einrichtungen:

Bundesamt für Naturschutz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (A. Walter, M. West, M. Herbert), Bundesanstalt für Straßenwesen (B. van Dornick), Landesbetrieb Straßenbau (V. Seifert, U. Schmidt), Stiftung Naturschutz (Dr. B. Schulz), Schleswig-Holsteiner Landesforste (T. Jacobi, C. Herty), Deutscher Jagdverband (Dr. A. Winter) sowie den Kollegen Dipl.-Geogr. Christian Winkler, Dipl.-Geogr. Jörn Krütgen, Dipl.-Geogr. Henning Nissen, Prof. Dr. Klaus Richter, Dr. Friederike Zinner, BSc. Biol. Vincent Daunicht, BSc. Biol. Juliane Kelm und vielen Kollegen des Infra Eco Network Europe und den Kollegen des Arbeitskreis 2.9.7 der FGSV.

Fotonachweise und Grafiken: Alle nicht ausdrücklich gekennzeichneten Fotos und Fotomontagen stammen von den Arbeitsgruppen der Autoren. Die Grafiken dürfen für nicht-kommerzielle Zwecke verwendet werden. Bedingung für eine solche Verwendung ist ein nachvollziehbarer Quellenhinweis.

Green Bridges, Fauna tunnels and Animal Passages

Preceding notes on scope and sources

Scope

The requirements concerning wildlife crossings set out here relate to overpass and underpass structures; the removal of barriers and wildlife warning systems are not addressed.

Selected Special Features

Guild specific quality features of Fauna Passages (Table 1), 7 Rules: When passages are needed (p 24), soil management (p 46), and hinterland integration (p 82)

Relationship to the Defragmentation Handbook and complementary projects

These requirements represent the outcome and ‘executive summary’ of the BfN’s Defragmentation Handbook (Handbuch Wiedervernetzung) project. Apart from an extensive literature review undertaken for the Handbook (see the long version), these recommendations have been informed in particular by the results of the projects listed below: the BfN projects “Holstein Habitat Corridors” (Reck et al., in preparation), “Controls on the Effectiveness of Re-Linking Measures” (Strein et al., in preparation) and “Model Study of Roadside Verges” (Richter et al., in preparation), and the Federal Highway Research Institute (BASt) project “Effectiveness of Wildlife Crossings For Small Animals” (Richter et al., forthcoming). Apart from this, discussions conducted in the course of the monitoring of the Kiebitzholm Green Bridge (Schleswig-Holstein Land Agency for Road Construction and Transportation (LBV SH)), the updating of the “Technical Guidance Note on the Installation of Wildlife Crossings for Animals and the Re-Linking of Habitats along Roads” (Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen – MAQ, German Road and Transportation Association (FGSV) Working Party 2.9.7) and exchanges of information with numerous other colleagues, in particular under the auspices of the Infra Eco Network Europe (IENE), have laid important foundations for this work. The contributors to the above-mentioned projects and discussions share much of the credit for the compilation and content of the recommendations set out below as well as the manifold of international guidelines and guidelines of neighbouring states (e.g. the European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions - COST 341, Wildlife and Traffic (Iuell et al. 2003, ISBN-90-501-1186-6) and its different national followers, the „Leidraad faunavoorzieningen bij wegen“ (Kruidering et al. 2005, ISBN 90-369-5577-7) or the „Handbook of Road Ecology“ (van der Ree et al. 2015, ISBN 978-1-118-56818-7). All responsibility for the content and evaluations presented in the present synthesis however lies with the authors.

Acknowledgements

The numerous partners, funding providers and contributors involved in our recent work on re-linking share much of the credit for the compilation of these recommendations; special thanks are due to the following individuals and institutions: German Federal Agency for Nature Conservation, German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (A. Walter, M. West, M. Herbert), German Federal Highway Research Institute (B. van Dornick), Schleswig-Holstein Agency for Road Construction and Transportation (V. Seifert, U. Schmidt), Schleswig-Holstein Nature Conservation Foundation (Dr B. Schulz), Schleswig-Holstein Forests (T. Jacobi, C. Herty), German Hunting Association (Dr A. Winter), and our colleagues Christian Winkler Dipl.-Geogr., Jörn Krütgen Dipl.-Geogr., Henning Nissen Dipl.-Geogr., Prof Dr Klaus Richter, Dr Friederike Zinner, Vincent Daunicht BSc Biol, Juliane Kelm BSc Biol, and our colleagues in the Infra Eco Network Europe and FGSV Working Group 2.9.7.

Photo credits and graphics: All photographs and photomontages that are not expressly attributed originate from the authors’ working groups. All graphics may be used for non-commercial purposes, subject to the condition that a full source reference is given.

Inhalte / Contents

Zielobjekte von Querungshilfen.....	15
Objectives of wildlife crossings.....	16
Qualitätsmerkmale von Querungshilfen und anderen Querungsmöglichkeiten an Straßen sowie sonstiger Verkehrsinfrastruktur.....	17
Quality features of wildlife crossings and other crossing options at roads and other transport infrastructure.....	18
Wann sind Querungshilfen erforderlich (7 Regeln).....	23
When wildlife crossings are required (7 rules).....	24
Typen von Querungshilfen.....	25
Types of wildlife crossing.....	25
Planungsgrundsätze.....	27
Integrative Querungshilfen.....	27
Planning principles.....	28
Integrative wildlife crossings.....	28
Komplexe Herleitung - einfache Anwendung: Der ökosystemare Ansatz.....	29
Complex derivation - simple application: The ecosystem approach.....	30
Anforderungen an die Lage von Querungshilfen.....	31
Requirements concerning the location of wildlife crossings.....	32
Gestaltung und Management.....	33
Zielkonflikte und Mehrzieloptimierung: Durchdringungsbereiche.....	33
Design and management.....	34
Conflicting aims and the optimisation of multiple aims: interpenetration areas.....	34
Die Dimensionierung von Querungshilfen.....	35
The Dimension of wildlife passages.....	36
Standards zur Dimensionierung.....	37
Standards for Dimensions.....	37
Aufwertungen an bestehenden Bauwerken: Bermen oder Grünbankette.....	38
Enhancements to existing structures: ledges or grass shoulders.....	39
Spezialbauwerke.....	40
Special structures.....	40
Bodenoberfläche: Substrate und Relief von Grünbrücken und Unterführungen.....	43
Ground surface: substrates and relief of green bridges and underpasses.....	44
Anforderungen an die Substrattypen, die Substrathöhe und die Wasserversorgung.....	45
Requirements concerning substrate types, substrate depth and water supply.....	46
Drainagen von Überführungsbauwerken als Lebensraumpotential.....	46
Habitat potential of water drained from overpass structures.....	46

Anforderungen an die Besonnung	49
Requirements concerning insolation	50
Bepflanzung, Ansaaten und Selbstbegrünung	51
Planting, seeding and spontaneous greening	52
Vegetationsstruktur, Verstecke, sonstige Gestaltung und Verbisschutz	53
Arten von Offenlandlebensräumen	53
Saum- und Offenlandarten in kleinen Unterführungen	53
Kleine Waldarten in dunklen Unterführungen	53
Arten der (Fließ-)Gewässer und Ufer	53
Vegetation structure, hiding places, other landscaping and protection against browsing	55
Species of open-land habitats	55
Fringe and open-land species in small underpasses	55
Small woodland species in dark underpasses	55
Species of (flowing) waters and banks	55
Totholz- und Lesesteinhaufen, Tümpel und weitere Strukturen	57
Piles of dead wood or stones, ponds and other structures	58
Querungshilfen und Wege	59
Wegeführung auf oder in Querungshilfen	59
Wildlife crossings and roads/paths	60
Routing of roads/paths on or in wildlife crossings	60
Wegeführung im Zugangsbereich	61
Routing of roads or paths on the approaches to crossings	62
Kontroll- und Unterhaltungswege sowie Baustraßen	63
Inspection and maintenance roads or site roads	63
Irritationsschutz an Querungshilfen, Anlage von Wällen, Beruhigung im Umfeld, Jagdruhe	65
Wälle als Irritationsschutz	65
Jagdruhe und Beruhigung	65
Bündelung von Kompensationsmaßnahmen	65
Screens at wildlife crossings, installation of earth banks, avoiding disturbance in surrounding areas, no-hunting zones	66
Earth banks as protection against distraction	66
No-hunting zones and avoiding disturbance	66
Bundling of offsetting measures	66
Wildschutzzäune und Kleintierabweiser (Amphibienschutzzäune)	67
Wildlife fences and small-animal barriers (amphibian fences)	67
Avoiding traps and barriers at wildlife crossings	70
Gullies, similar installations and low weirs	70

Lighting near wildlife crossings	70
Noise, bat and distraction screens.....	70
Die Vermeidung von Fallen und Barrieren an Querungshilfen	71
Gullys und ähnliche Bauelemente sowie Sohlabstürze.....	71
Beleuchtung in der Nähe von Querungshilfen.....	71
Lärmschutzwände, Fledermauswände sowie partiell Irritationsschutzwände.....	71
Preventing the constriction of water course passages by retention ponds.....	72
Vermeidung der Einengung von Gewässerunterführungen durch Rückhaltebecken	73
Removing barriers, doing without barriers and mitigating barriers alongside the carriageway	74
Barrierenrückbau, Barrierenverzicht und Barrierenminderung neben der Fahrbahn	75
Cost reductions due to structures with vegetated strips: the optimisation or joint use of traffic crossings, in particular traffic underpasses.....	76
Kostenreduktion durch Grünstreifenbauwerke: Die Optimierung von Verkehrsbauwerken, insbesondere von Wegeunterführungen.....	77
Neue Brücken immer mit Grünstreifen - Optimierungsprogramm für Bestandsbauwerke entwickeln	79
Always build new traffic bridges with vegetated strips - an optimisation programme for existing structures must be developed.....	80
Umgebungsgestaltung und Hinterlandanbindung.....	81
Landscaping surrounding areas and connecting hinterlands.....	82
Donorpopulationen sichern und stützen	89
Safeguarding and supporting donor populations	89
Hinterlandanbindung und die Einbettung von Querungshilfen in nachhaltig funktionsfähige ökologische Netze.....	90
Connecting hinterlands and embedding wildlife crossings in sustainably functional ecological networks.....	90
Anhang: Vorläufige Hinweise.....	93
Attachment: Preliminary notes on the preparation of surveys for the location, the project decision and the definition of tasks for a site-specific landscaping plan for eco- passages.....	95
Abb. 1: Funktionen von Querungshilfen am Beispiel der A 21.....	15
Abb. 2 Generelle Legende zu wiederholt verwendeten Symbolen.....	26
Abb. 3: Beispiel einer Grünstreifenbrücke	29
Abb. 4: Vernetzung im Wald (Gestaltungsprinzip, Legende s. Abb. 2.....	29
Abb. 5: Lebensraumkorridore bzw. Lebensraumnetze und Verbundplanungen	31
Abb. 6: „Mosaik-Strukturen“ und „Durchdringungsbereiche“	33
Abb. 7: „Durchdringungsbereiche 2“	35
Abb. 8: Gestaltungsprinzipien für Talbrücken.....	37
Abb. 9: Talbrücke im Offenland	38
Abb. 10: Die unzureichende Gestaltung von Talbrücken ist kein Einzelfall.....	38
Abb. 11: Durchlassoptimierung	39
Abb. 12: Amphibiendurchlass	39

Abb. 13: Grünstreifenbrücke	39
Abb. 14: „Chiropteroducte“ in Bad.-Württ. (links) bzw. in Frankreich (rechts).....	40
Abb. 15: Bibertreppe	42
Abb. 16: Pflegebermen zur Integration von Kleintierabweisern in Böschungen.....	42
Abb. 17: Vernetzung im Offenland, Substrate und geeignete Oberflächengestaltung (Schemata!); Legende s. Abb. 2.....	43
Abb. 18: Spurstreifen, Substrate und Substrathöhen in Grünbanketten einer Wirtschaftswegeüberführung	45
Abb. 19: Drainagetümpel als Tränke und Laichgewässer.....	47
Abb. 20: Arten, die oft sehr unterschiedliche Anspruchstypen repräsentieren.....	47
Abb. 21: Praxisbeispiel zur Umfeldgestaltung und Hinterlandanbindung – Erläuterungen siehe Seite 91.....	48
Abb. 22: Gehölze an schmalen Unterführungen, günstige und ungünstige Anordnung.....	49
Abb. 23: Markierte Zauneidechse.....	51
Abb. 24: Falsche Gestaltung von Gewässerdurchlässen	54
Abb. 25: Einbettung von Fließgewässern in Unterführungen.....	56
Abb. 26: Anordnung von Strukturen und Substraten an Gradienten.....	57
Abb. 27: Gestaltungsprinzipien für Gewässer-Unterführungen im Offenland.....	58
Abb. 28: Gestaltungsprinzipien* für Gewässer-Unterführungen im Wald	59
Abb. 29: Anordnung von unvermeidbaren Wegen	60
Abb. 30: Wegeführung auf und an Querungshilfen.....	61
Abb. 31 a, b: Notlösungen für unvermeidbare Wege an Querungshilfen (bogenförmiges Umfahren) sowie Optimierungsmöglichkeiten (standortsabhängig) von Zugangsbereichen an Gewässerdurchlässen.....	62
Abb. 32: Bau- und Unterhaltungswege als Barriere.....	63
Abb. 33: Verkehrsbegleitende Entwässerungsgräben als Barriere	64
Abb. 34: Jagdruhezonen	64
Abb. 35: Fehlerhafte Amphibienzäune	67
Abb. 36: Amphibienleitzäune auf Querungshilfen führen zu oft unmittelbar auf Gullys und andere Fallen hin.....	67
Abb. 37: Überlängen von Schutzwänden.....	68
Abb. 38: Standards und Sonderfälle: Überlängen bei Kleintierabweisern	69
Abb. 39: Lebensfeindliche Bermen	70
Abb. 40: Aussprüngeinrichtung	71
Abb. 41: Künstliches Nadelöhr am Gewässerdurchlass und kompensatorische Lebensraumaufwertung.....	73
Abb. 42: Betonleitwand	74
Abb. 43 a,b: Blindschleichen an Bordsteinen.....	75
Abb. 44: Komplementärlösung (Bauwerkskombination, Integration von Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen sowie passende Gestaltung des Begleitgrüns)	76
Abb. 45 a,b: Optimierungspotentiale an Verkehrsbauwerken.....	77
Abb. 46: Kleintierschutzzaun mit Deckung zur Abgrenzung von Grünstreifen auf Brücken	79
Abb. 47: Nutzung von Grünstreifenbauwerken (1).....	79
Abb. 48: Nutzung von Grünstreifenbauwerken (2).....	80
Abb. 49: Kleintierzaun und Irritationsschutzwand.....	80
Abb. 50:Fledermausmodul	80
Abb. 51: Schnittmengen und Ziele von Bauwerks- und Umfeldgestaltung sowie Hinterlandanbindung (Legende siehe Abb. 52).....	83
Abb. 52: Beispiel für die Umfeldgestaltung durch Trittsteinbiotop	85
Abb. 53: Wirksamkeit von Trittsteinbiotopen.....	86

Abb. 54: Verbund von Waldlebensräumen über Querungshilfen hinweg	87
Abb. 55: Spiegelfronten von Lebensräumen und ihr Einfluss auf den Mindest-Abstand von Trittsteinbiotopen	87
Abb. 56: Hypothesen zu überwindbaren Abständen zwischen Gehölzen in Abhängigkeit von der Länge/Breite der Spiegelfront und der Länge/Tiefe schmaler Lebensräume	88
Abb. 57: Gestaltungsalternativen in Abhängigkeit von der Breite jeweiliger Spiegelfronten (Schema) ..	89
Abb. 58: Integration der Umfeldgestaltung durch Trittsteine in großflächige Maßnahmen zur Hinterlandanbindung und/oder kohärenten Kompensation	91
Tab. 1: Die relative Bedeutung _H verschiedener Qualitätsmerkmale von Querungshilfen _Q für Säugetiere _S Reptilien, Amphibien, Fische und weitere Kleintiere (z. B. flugunfähige Insekten)	19
Tab. 2: Lebensraumspezifische Standardauswahl von Biodeskriptoren	41
Tab. 3: Maßnahmenziele (Anlässe) für verschiedene Wiedervernetzungsmaßnahmen.....	81
Fig. 1: Functions of wildlife crossings illustrated by the example of the A21.....	16
Fig. 2: General key to frequently used icons.....	26
Fig. 3: Example of a bridge with a vegetated strip	29
Fig. 4: Creating links within woodland	30
Fig. 5: Habitat corridors, networks and network plans	32
Fig. 6: 'Mosaic structures' and 'interpenetration areas'	34
Fig. 7: „Interpenetration areas 2“	36
Fig. 8: Design principles for viaducts.....	37
Fig. 9: Viaduct in open land.....	38
Fig. 10: It is not unusual for viaducts to be inadequately landscaped	38
Fig. 11: Optimized passage	39
Fig. 12: Amphibian passage	39
Fig. 13: Forest road with vegetated strip	39
Fig. 14: 'Chiropteroducts' in Baden-Württemberg (left) and France (right)	40
Fig. 15: Beaver ladder	42
Fig. 16: Maintenance terraces for the integration of small-animal barriers into slopes, see Fig. 2 for key.....	42
Fig. 17: Linking habitats in open land, substrates and suitable surface landscaping (schematic), see Fig. 2for key.....	44
Fig. 18: Two-track road, substrates and substrate depths on the grass shoulders of an overpass carrying an agricultural road	45
Fig. 19: Drainage pond as watering place and spawning ground.....	47
Fig. 20: Species representing different demands on defragmentation	47
Fig. 21: Trees and bushes at narrow underpasses, favourable and unfavourable arrangements differ in woodland and in open land.....	50
Fig. 22: Unequal distribution of sand lizards on a narrow green bridge (findings in 2011, cumulative summarization).....	52
Fig. 23: Poor design of water course passages	54
Fig. 24: Embedding of flowing waters in underpasses.....	56
Fig. 25: Arrangement of structures and substrates along gradients.....	57
Fig. 26: Landscaping principles for water course passages in open land	58
Fig. 27: Design principles* for stream undercrossings in woodland.....	59
Fig. 28: Arrangement of unavoidable roads/paths	60
Fig. 29: Roads and paths at passages.....	61

Fig. 30 a, b: Solutions resorted to when roads or paths are unavoidable at wildlife crossings (wide detour) and (site-dependent) options for the optimisation of the approaches to wet passages..	62
Fig. 31: Site and maintenance roads as barriers	63
Fig. 32: Roadside drainage channel as barrier	64
Fig. 33: No-hunting zones	64
Fig. 34: Defective amphibian fences	67
Fig. 35: Amphibian guide fences on wildlife crossings too often lead directly to gullies and other traps.	67
Fig. 36: Extended protective barriers.....	68
Fig. 37: Standards and special cases: extensions of small-animal barriers or amphibian fences.....	69
Fig. 38: Hostile ledges	70
Fig. 39: Platform for trapped animals	71
Fig. 40: Artificial bottleneck at a water course passage and compensatory habitat enhancement.....	72
Fig. 41: Concrete guide barrier	74
Fig. 42 a,b: Slowworms on curb stones.....	75
Fig. 43 a,b: Potential for optimisation at traffic crossings.....	77
Fig. 44: Complementary solutions (joint-use structures, integration of mitigation and offsetting measures, and appropriate landscaping of verges).....	78
Fig. 45: Small animal fence with cover used to delimit vegetated strips on bridges	79
Fig. 46: Use of structures with vegetated strips (1)	79
Fig. 47: Use of structures with vegetated strips (2)	80
Fig. 48: Small animal fence and distraction screen.....	80
Fig. 49: Bat module	80
Fig. 50: Common ground between and aims for the design of structures, the landscaping of their surroundings and the connection of their hinterlands (see Fig. 51 for key).....	84
Fig. 51 Example of surroundings landscaped with stepping-stone biotopes	85
Fig. 52: Effectiveness of stepping-stone biotopes	86
Fig. 53: Networks of woodland habitats extending beyond wildlife crossings.....	87
Fig. 54: 'Mirrored fronts' of habitats and their influence on the distances between stepping-stone biotopes	87
Fig. 55: Hypotheses on the distances between wooded areas that stenotopic small flightless fauna will cross in sufficient numbers, depending on the length/width of the habitats 'mirrored fronts' and the length/depth of narrow habitats	88
Fig. 56: Landscaping alternatives depending on the width of 'mirrored fronts' (schematic)	89
Fig. 57: The use of stepping stones to integrate the landscaping of surrounding areas into measures applied over wide expanses of land that connect crossings to their hinterlands and/or offset impacts coherently	91
Fig. 58: Practical example of how to landscape surrounding areas and connect a crossing's hinterland	92
Fig. 59: Planning instruments in Germany	97
Table 1: The relative significance _H of various quality features of wildlife crossings _Q for mammals _S , reptiles, amphibians, fish and other small animals (e.g. flightless insects)	21
Table 2: Habitat specific list of indicator species groups for Central Europe	41
Table 3: Aims of (reasons for) various re-linking measures	82

Zielobjekte von Querungshilfen

Die Zerschneidung von Lebensräumen sowie von verbliebenen Lebensraumnetzen gefährdet die Biologische Vielfalt. Betroffen sind v.a.

- **flugunfähige Arten**, deren Lebensstrategie auf aktiver Mobilität aufbaut (außerdem auch kleine, isolierte Populationen flugfähiger Arten, die hoher Verkehrsmortalität unterliegen) und
- **ökologische Funktionen** von Arten (wie die Zoochorie oder die Lebensraumgestaltung durch Herbivorie, durch Wildwechsel, durch Wühlen oder durch die Anlage von Bauten).

Querungshilfen sollen nun dabei helfen, die Vielfalt des Lebendigen (soweit von Zerschneidung erheblich beeinträchtigt) durch die Überwindung linearer Barrieren zu sichern.

Bis auf wenige, spezielle Ausnahmen müssen Querungshilfen deshalb für alle zerschneidungsempfindlichen Arten jeweils erheblich betroffener Lebensräume und Lebensraumnetze funktionieren. Im Regelfall müssen also multifunktionale Querungshilfen von den verschiedensten Arten eines oder mehrerer betroffener Ökosystemtypen genutzt werden können. Die unterschiedlichen Ansprüche jeweiliger Artengruppen zeigt Tab. 1.

Relevante Qualitätsmerkmale, die die Nutzung von Querungshilfen maßgeblich beeinflussen, sind im nächsten Kapitel aufgelistet. In Tab. 1 wird die relative Bedeutung dieser Merkmale für verschiedene Tiergruppen, die jeweils unterschiedliche Anspruchstypen repräsentieren, dargestellt, soweit dies derzeit (Stand 2015) beurteilt werden kann.



Abb. 1: Funktionen von Querungshilfen am Beispiel der A 21
Die Autobahn 21 durchschneidet bei Kiebitzholm wichtige Funktionsräume (Lebensraumnetze) bzw. eine geplante Hauptachse des landesweiten Biotopverbunds. An solchen Konfliktschwerpunkten müssen Querungshilfen

dafür sorgen, dass der Zusammenhang von Lebensräumen quer zur Straße gesichert wird, damit insgesamt genügend große Flächen verfügbar bleiben (Sicherung von Minimumarealen bzw. von ausreichend großen Populationen). Außerdem muss gesichert werden, dass Arten dem natürlichen Entstehen und Vergehen von Lebensräumen (Sukzessionszyklen) und dem Landschafts- bzw. Klimawandel folgen können. Genauso wichtig ist es, dass durch Individuenaustausch beidseitig der Straße genetisch gesunde Populationen und eine hohe genetische Variabilität erhalten werden. Schließlich müssen die Querungshilfen auch ermöglichen, dass beispielsweise Großtiere ihre natürliche Funktion als Verbreiter von Pflanzensamen ausfüllen können, und sie müssen weiterhin Lebensraumtypen erreichen können, die, wie beispielsweise Magerrasen und Heiden, von gelegentlicher Beweidung abhängig sind.

Objectives of wildlife crossings

The fragmentation of habitats or remaining habitat networks threatens biological diversity. Above all, this affects

- **flightless species** whose life strategies are built on mobility (as well as small, isolated populations of flying species that are subject to high levels of traffic mortality) and
- **species' ecological functions** such as zoochory or habitat engineering by herbivory, movements along wildlife paths, rooting or the construction of burrows, setts, etc.

Wildlife crossings are intended to help safeguard the diversity of the living world (where it has been significantly impaired due to fragmentation) by overcoming linear barriers.

Apart from a few, special exceptions, wildlife crossings therefore have to function for all fragmentation-sensitive species of significantly affected habitats and habitat networks. As a rule, it must therefore be possible for multifunctional wildlife crossings to be used by the most various species of one or several affected ecosystem types.

Relevant quality features that crucially influence the use of wildlife crossings are listed within the next chapter. To the extent that this can be assessed at present (2015), the relative significance of these features for various animal groups, which each represent different types of need, is shown in Tab. 1.



Fig. 1: Functions of wildlife crossings illustrated by the example of the A21
(Fotocollage: B. Schulz & H. Reck)

At Kiebitzholm, the A21 motorway cuts through important functional areas (habitat networks) and a planned main axis of Schleswig-Holstein's Land-wide ecological network. At conflict black spots of this kind, wildlife crossings have to ensure the coherence of habitats that extend across the road in order that sufficiently large amounts of land are available overall (so safeguarding minimum ranges and sufficiently large populations). Furthermore, it is essential to ensure that species are able to adjust to the natural formation and disappearance of habitats (succession cycles), as well as to landscape and climate change. It is just as important that genetically heal-

thy populations and a high level of genetic variability are preserved on both sides of the road as a result of the exchange of individuals. Finally, wildlife crossings also have to make it possible for large animals to be able to perform their natural function for disseminating plant seeds, and they must continue to be able to reach habitat types that, like oligotrophic grasslands and heathlands, are dependent on occasional grazing.

Qualitätsmerkmale von Querungshilfen und anderen Querungsmöglichkeiten an Straßen sowie sonstiger Verkehrsinfrastruktur

1. **Nutzbare Breite von Querungshilfen**

Die Breite beeinflusst das Verhalten von Fluchttieren, die Möglichkeiten, verschiedene Lebensraumtypen zu gestalten und verschiedene Nutzungen zuzulassen, die Störungsintensität von Verkehrslärm und Beleuchtung sowie, in Unterführungen, die Helligkeit.

2. **Höhe von Unterführungen und Durchlässen**

Insbesondere in schmalen Unterführungen hat die Höhe einerseits Einfluss auf das Meideverhalten von Fluchttieren und andererseits die Helligkeit.

3. **Erkennbarkeit des gegenüberliegenden Zugangs in Unterführungen bzw. Durchlässen**

Die Helligkeit und die Eigenschaft, wie sehr Licht am jeweils andern Ende erkennbar ist, beeinflusst das Mobilitätsverhalten nahezu aller Arten erheblich.

4. **Längsverlaufende Bereiche mit geringem Raumwiderstand**

(für größere Tiere in Höhe der Strauch- bzw. Hochstaudenschicht, für Kleintiere am Boden bzw. in der Krautschicht)

Die Mobilität von Kleintieren und deren Bewegungsrichtung wird von der Vegetationsdichte erheblich beeinflusst, bei Großtieren, hat sie zudem besonderen Einfluss auf das Meideverhalten von Fluchttieren.

5. **Bodenoberfläche und Substratqualität, Bodenfeuchte**

6. **Besondere Lebensraum- oder Vegetationsstruktur oder besondere Vegetationsmosaiken, Kleinverstecke, Unterschlupf, Deckung gegenüber Greifvögeln und Eulen**

7. **Lückenarmes, ± durchgehend geschlossenes Kronendach**

Die Merkmale 5, 6 und 7 bestimmen die kleinflächigen Biotopqualitäten und damit die Nutzbarkeit durch stenotope Kleintiere, die den Großteil der schutzbedürftigen Arten umfassen.

8. **Sehr geringer Abstand (< 100 - 250 m) zu Hauptlebensräumen**

V.a. für Kleintiere sind zur Reproduktion geeignete Trittsteinbiotope erforderlich, wenn Mindestabstände nicht realisierbar sind; populationswirksame Abstände variieren je nach Größe der Donorpopulation und der Lebensraumanordnung.

9. **Irritationsschutz zur Vermeidung von Bewegungsunruhe**

10. **Freiheit von Kunstlicht bzw. Beleuchtungsanlagen**

11. **Beruhigung von Querungshilfen und Zugangsbereichen**

12. **Freiheit von Kleinbarrieren und Fallen (Bordsteine, Gullys und Roste oder Sohlabstürze)**

13. **Deckung im Zugangsbereich**

14. **Leiteinrichtungen wie Wildschutzzäune bzw. Kleintierabweiser oder Amphibienzäune**

Hier sind nicht kilometerlange Sperreinrichtungen zur Verkehrssicherung gemeint, sondern ausschließlich der zur Querungshilfe funktional zuleitende Abschnitt.

15. **Zuführendes Verkehrsbegleitgrün**

Details siehe presentation H Reck, <http://postconf.iene.info>

Quality features of wildlife crossings and other crossing options at roads and other transport infrastructure

1. Effective width of wildlife crossings

Crossings' width influences especially the behaviour of flight responding larger mammals, the opportunities to shape various habitat types and allow various uses, the intensity of the disruption caused by traffic noise and lighting, and the brightness of underpasses.

2. Height of underpasses

The height of narrow underpasses, in particular, has an influence firstly on the avoidance behaviour of fleeing animals and secondly on the brightness of the crossing.

3. Visibility of the other side in underpasses and passages

Brightness and the amount of light that can be seen at the other end significantly influence almost all species' mobility behaviour.

4. Areas with low spatial resistance running along crossings

(at the height of the shrub and/or tall-herb layer for larger animals, on the ground and/or in the herbaceous layer for small animals)

Small animals' mobility and the directions in which they move are significantly influenced by vegetation density, which furthermore has particular influence on the avoidance behaviour of large fleeing animals.

5. Ground surface and substrate quality, soil moisture

6. Particular habitat or vegetation structure, particular vegetation mosaics, small hiding places, shelter, cover from birds of prey and owls

7. Canopy with few gaps, closed \pm throughout

Features 5, 6 and 7 determine the qualities of respective single biotopes in the habitat corridor mosaic that is generally needed and

therefore the ease with which they can be used by stenotopic small animals (which constitute the majority of vulnerable species).

8. Very short distances (< 100 - 250 m) from main habitats

Stepping-stone biotopes suitable for reproduction are required, above all for small animals, if it cannot be ensured main habitats are present within the minimum distances from wildlife crossings; the distances that have effects at the population level vary depending on the size of the donor population and the arrangement of the habitats.

9. Screens to prevent irritation

10. Absence of artificial light and/or lighting installations

11. Quietness at wildlife crossings and access areas

12. Absence of small barriers and traps (curb stones, gullies and gratings, low weirs)

13. Cover within access areas

14. Guiding elements such as wildlife fences, small-animal barriers or amphibian fences

This does not refer to barriers installed for miles on end to keep traffic safe, but exclusively to the sections of such barriers that function as guides, channelling animals towards wildlife crossings.

15. Roadside verges that channel animals towards crossings

Details q.v. presentation H Reck, <http://post-conf.iene.info>

Tab. 1: Die relative Bedeutung_H verschiedener Qualitätsmerkmale von Querungshilfen_Q für Säugetiere_S, Reptilien, Amphibien, Fische und weitere Kleintiere (z. B. flugunfähige Insekten)

Bedeutung: +++ = sehr hoch, ++ = hoch, + = mäßig, o = gering, - = sehr gering, / = irrelevant in Bezug auf Querungshilfen

Qualitätsmerkmale	Querungshilfen				Querungshilfen und Zugangsbereich								Zugangsbereich & Umfeld			
	Breite	Höhe von Unterführungen ^{US} und Durchlässen	Gegenüberliegender Zugang in Unterführungen bzw. Durchlässen erkennbar (Helligkeit, Licht am jeweils andern Ende erkennbar)	Längsverlaufende Bereiche mit geringem Raumwiderstand (für größere Tiere in Höhe der Strauch- bzw. Hochstaudenschicht, für Kleintiere am Boden bzw. in der Krautschicht)	Bodenoberfläche und Substratqualität, Bodenfeuchte	Besondere Lebensraum- oder Vegetationsstruktur oder besondere Vegetationsmosaiken, Kleinverstecke, Unterschlupf, Deckung gegenüber Greifvögeln und Eulen	Lückenarmes, ± durchgehend geschlossenes Kronendach	Sehr geringer Abstand (< 100-250m) zu Hauptlebensräumen (andernfalls sind Trittsteinbiotope erforderlich)	Irritationsschutz zur Vermeidung von Bewegungsunruhe	Freiheit von Kunstlicht, Beleuchtungsanlagen	Beruhigung von Querungshilfe und Zugangsbereich: Keine oder kaum menschliche Aktivitäten, Vermeidung u.a. von Lärm und Geräuschen wie Hundegebell oder Stimmen	Freiheit von Kleinbarrieren und Fallen (Bordsteine, Gullys und Roste, Sohlabstürze)	Deckung im Zugangsbereich	Leiteinrichtungen wie Wildschutzzäune bzw. Kleintierabweiser oder Amphibienzäune ^L	Zuführendes Verkehrsbegleitgrün	Zuführende lineare Lebensraumelemente (Säume, Hecken etc.) quer zur Straße
Große Huftiere (Rothirsch, Sika, Wildschwein, Elch, Wisent)	+++	+++	+++	++	+	o	/	-	+++	++	+++	-	++	+++	-	+
Kleinere Huftiere (Reh, Damhirsch, Gämse, Mufflon)	++	++	+++	+	+	o	/	-	++	++	+++	-	++	+++	-	++
Große Raubsäuger (Luchs, Wolf, Braunbär)	o	+	+	+	-	-	/	/	o	o	+	/	+	+++	-	o
Mittlere Raubsäuger (Wildkatze, Baum- und Steinmarder, Dachs, Waschbär, Marderhund, Fuchs, Fischotter, Iltis, Mink) sowie Biber	o	o	+	o	o	+	/	o	o	+	+	/	+	+++	o	++
Feldhase	+	+	++	o	+	+	/	+	+	+	+	/	+	++	-	++
Bilche und Hörnchen (z.B. Haselmaus, Eichhörnchen)	o	+	++	/	o	+++	++	+++	-	o	-	o	/	-	+++	+++
Kleine Raubsäuger, Spitzmäuse, Igel, Kaninchen, Hamster, Mäuse	o	o	+	-	++	++	o	++	-	o	-	++	++	o	++	++
Fledermäuse (z.B. Kleine Hufeisennase, Bechsteinfledermaus)	o	+	+	/	/	o	+	+	++	++	+?	/	+	+	++	+++

Reptilien (z.B. Zauneidechse, Kreuzotter)	+	++	+++	+	+++	+++	-	+++	-	-	o	+++	++	++	+++	+++
Amphibien, für die gerichtete Migration (z.B. Moorfrosch, Erdkröte)	o	o	++	++	++	++	o	+	-	+	o	+++	++	+++	-	+
Amphibien, für das ungerichtete Dispersal (z.B. Kreuzkröte, Laubfrosch)	+ ^Z	+	++	++	+++	+++	o	++	-	+	o	+++	++	+	+	+++
Flugunfähige Kleintiere von <u>Wäldern</u> mit aktiver Ausbreitung, u.a. Waldlaufkäfer (z.B. Glatter oder Blauvioletter Waldlaufkäfer)	++ ^B	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	/	+?	o	+++	/	o	++?	+++
Flugunfähige Kleintiere des <u>Offenlands</u> und von Ökotonen mit aktiver Ausbreitung; u.a. Heuschrecken (z.B. Warzenbeißer, Wantschrecke) aber auch Achselfleckiger Nachtläufer	+ ^B	++	+++	++	+++	+++	o	+++	/	+?	o	+++	/	o	+++	+++
Flugfähige Insekten, die hoher Verkehrsmortalität unterliegen können; u.a. Tagfalter, Widderchen, Libellen (z.B. Lila-Gold-Feuerfalter, Wiesenknopfläulinge, Blutströpfchen)	o	++	+++	o	++ ^B	++	o	++	/	+++	o	/	/	o	+++	+++
Flugfähige Insekten, die geringerer Verkehrsmortalität unterliegen (u.a. viele Wildbienenarten, z.B. Vierfleck-Pelzbiene)	o	++	+++	-	+ ^B	++	o	+	/	+++	o	/	/	/	+++	++
Wasserbewohnende Kleintiere und Fische (z.B. Edelkrebs, Huchen, Bachforelle, Schneider) ^W	+ ^B	+	+	/	++	++	/	+++	/	?	o	+++	+	/	/	/
Wirbellose oder Pflanzen mit zoochorer Ausbreitung (z.B. Bachmuschel, Odermenning)	Arten, deren Ausbreitung maßgeblich durch mobile Tierarten (= Vektoren) erfolgt: Siehe jeweilige Vektorengruppe; z. B. Säuger, Vögel, Fische (aber auch Wirbellose wie Ameisen sind erheblich am Transport von z.B. Pflanzensamen beteiligt)															
Arten mit anemochorer Ausbreitung (z.B. Gemeine Tapezierspinne, junge Wolfsspinnen)	Windausbreiter sind allenfalls in extremen Ausnahmen von Querungshilfen abhängig (zerschnittene Kleinpopulationen seltener Arten) und die Ansprüche der Imagines von Arten mit Larvenverdriftung sind i.d.R. durch Vertreter flugunfähiger Arten mit aktiver Ausbreitung repräsentiert															

^H = Hypothesen, Stand August 2015; ^Q = Querungshilfen sowie andere Querungsmöglichkeiten; ^S = bei den sehr lern- und anpassungsfähigen Säugern gibt es einen Unterschied im Verhalten residenter (ortskundiger) oder nicht residenter Individuen - die Angaben beziehen sich auf gebietsfremde, dispergierende Individuen im Hinblick auf eine hohe und sofortige Annahme jeweiliger Querungshilfen; ^{US} = bezogen auf schmale Unterführungen; ^{L1} = hier sind nicht kilometerlange Sperranlagen zur Verkehrssicherung gemeint, sondern ausschließlich der zur Querungshilfe funktional zuleitende Abschnitt; ^Z = stark abhängig von der Lage zuführender Trittsteinbiotope, ^B = Anforderungen an die Dimension resultieren aus den Anforderungen zur Entwicklung geeigneter Biotope bzw. Vegetationsstruktur ^W = bezogen auf Gewässerunterführungen (Anforderungen zur Überwindung von Wehren oder sonstigen Querverbauungen etc. sind in der Tabelle nicht berücksichtigt)

Table 1: The relative significance_H of various quality features of wildlife crossings_Q for mammals, reptiles, amphibians, fish and other small animals (e.g. flightless insects)

Significance: +++ = very great, ++ = great, + = moderate, 0 = minor, - = very minor, / = irrelevant in relation to wildlife crossings

Quality features	Wildlife crossings				Wildlife crossings and approaches / access areas							Approaches & surrounding areas				
	Width	Height of underpasses ^{US} and passages	Approaches on other side visible in underpasses and/or passages (brightness, light visible at other end)	Areas with low spatial resistance running along crossings (at the height of the shrub/tall-herb layer for larger animals, on the ground/in the herbaceous layer for small animals)	Ground surface and substrate quality, soil moisture	Particular habitat or vegetation structure or particular vegetation mosaics, hiding places, shelter, cover from birds of prey and owls	Canopy with few gaps, closed ± throughout	Very short distances (< 100-250 m) from main habitats (otherwise stepping-stone biotopes are required)	Screens against light, noise and other disturbance	Absence of artificial light/lighting installations	Quietness at wildlife crossing and approaches, no or hardly any human activities, prevention of noise and sounds such as dog barking or voices, etc.	Absence of barriers and traps as curb stones, gullies and gratings or low weirs	Cover within access areas	Guiding elements such as wildlife or amphibian fences ^L	Channelling verges along traffic infrastructure	Channelling across traffic infrastructure by linear habitat elements (fringes, hedges, etc.)
Large ungulates (red deer, sika deer, wild boar, moose, bison)	+++	+++	+++	++	+	0	/	-	+++	++	+++	-	++	+++	-	+
Smaller ungulates (roe deer, fallow deer, chamois, mouflon)	++	++	+++	+	+	0	/	-	++	++	+++	-	++	+++	-	++
Large predatory mammals (lynx, wolf, brown bear)	0	+	+	+	-	-	/	/	0	0	+	/	+	+++	-	0
Medium-sized predatory mammals (wild cat, pine marten, beech marten, badger, raccoon, raccoon dog, fox, common otter, polecat, mink) and beaver	0	0	+	0	0	+	/	0	0	+	+	/	+	+++	0	++
Brown hare	+	+	++	0	+	+	/	+	+	+	+	/	+	++	-	++
Dormice and Sciuridae (e.g. common dormouse, squirrel)	0	+	++	/	0	+++	++	+++	-	0	-	0	/	-	+++	+++
Small predatory mammals, shrews, hedgehogs, rabbits, hamsters, mice	0	0	+	-	++	++	0	++	-	0	-	++	++	0	++	++
Bats (e.g. lesser horseshoe bat, Bechstein's bat)	0	+	+	/	/	0	+	+	++	++	+?	/	+	+	++	+++

Reptiles (e.g. sand lizard, common adder)	+	++	+++	+	+++	+++	-	+++	-	-	o	+++	++	++	+++	+++
Amphibians that disperse non-randomly (e.g. moor frog, common toad)	o	o	++	++	++	++	o	+	-	+	o	+++	++	+++	-	+
Amphibians that disperse randomly (e.g. natterjack toad, tree frog)	+ ^Z	+	++	++	+++	+++	o	++	-	+	o	+++	++	+	+	+++
Flightless small animals of woodlands that disperse actively (e.g. woodland ground beetles as <i>Carabus glabratus</i> and <i>Carabus problematicus</i>)	++ ^B	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	/	+?	o	+++	/	o	++?	+++
Flightless small animals of open land and ecotones that disperse actively (e.g. locusts as wart-biter and bull-bush cricket or ground beetles as <i>Cymindis axillaris</i>)	+ ^B	++	+++	++	+++	+++	o	+++	/	+?	o	+++	/	o	+++	+++
Flying insects that can suffer high traffic mortality (e.g. butterflies as purple-edged copper or dusky large blue and burnets as the six-spot burnet or dragonflies as the subarctic darner)	o	++	+++	o	++ ^B	++	o	++	/	+++	o	/	/	o	+++	+++
Flying insects that suffer lower traffic mortality incl. many wild bee species (e.g. <i>Anthophora quadrimaculata</i>)	o	++	+++	-	+ ^B	++	o	+	/	+++	o	/	/	/	+++	++
Small aquatic animals and fish (e.g. freshwater crayfish, Danube salmon, brown trout, <i>Alburnoides bipunctatus</i>) ^W	+ ^B	+	+	/	++	++	/	+++	/	?	o	+++	+	/	/	/
Invertebrates or plants that disperse zoochorously (e.g. thick shelled river mussel, common agrimony)	Species principally dispersed by mobile animal species (= vectors): see relevant vector group; e.g. mammals, birds, fish (however, invertebrates such as ants are also significantly involved in the transportation of plant seeds)															
Species that disperse anemochorously (e.g. purseweb spider, juv. <i>Pardosa</i> spiders)	At most, anemochorous plants are dependent on wildlife crossings in extreme exceptions (fragmented small populations of rare species), while the needs of the imagoes of species whose larvae disperse passively are usually represented by flightless species that disperse actively.															

H = hypotheses, as of August 2015; Q = wildlife crossings and other crossing options; S = in the case of mammals that are very good at learning and adaptable, there is a difference in behaviour between resident individuals (familiar with a locality) and non-resident individuals – the data relate to dispersing individuals from outside the area, and whether they exhibit high and immediate acceptance of wildlife crossings; US = relates to narrow underpasses; L¹ = this does not relate to kilometre-long barriers installed to protect traffic, but exclusively to the sections of such barriers that function as guides, channelling animals towards wildlife crossings; Z = heavily dependent on the locations of stepping-stone biotopes that channel animals towards crossings; B = requirements concerning dimensions result from the requirements for the development of suitable biotopes and/or vegetation structures; W = relates to wet passages (requirements for the passability of weirs, other structures that cut across waterways, etc. are not taken into consideration in this table)

Wann sind Querungshilfen erforderlich (7 Regeln)

Querungshilfen sind notwendig, wenn

1. landes-, bundes- oder europaweit bedeutsame ökologische Netze¹ von Verkehrsträgern durchschnitten werden und
 - der Verkehrsträger von mehr als (5.000 bis) 10.000 Fahrzeugen je Tag genutzt wird oder
 - mit dem Verkehrsträger unüberwindbare bauliche Strukturen verbunden sind (z. B. Spundwände, Zäune, Betonleitwände, Bordsteine oder hohe, senkrechte Sockel) oder
 - an Engstellen der ökologischen Netze² der Verkehrsträger von mehr als (1.000 bis) 5.000 Fahrzeugen je Tag genutzt wird;
2. Nationalparks, Naturschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete oder Bann-, Natur-, bzw. Schonwälder durchschnitten werden und wenn dadurch charakteristische seltene oder charakteristische gefährdete Arten kein ausreichendes Lebensraumangebot mehr haben³; *Ausnahmen: Wenn ausgleichende Lebensraumvergrößerung bzw. Lebensraumoptimierung vorgesehen und möglich ist, sind Querungshilfen nicht erforderlich;*
3. stark gefährdete Biotoptypen (Einzelflächen oder in jeweils weniger als 1000 m Abstand befindliche Agglomerationen von gleichartigen Biotopen⁴) effektiv so zerschnitten werden, dass dadurch charakteristische seltene oder charakteristische gefährdete Arten kein ausreichendes Lebensraumangebot mehr haben; *Ausnahmen: Wenn ausgleichende Lebensraumvergrößerung bzw. Lebensraumoptimierung vorgesehen und möglich ist, sind Querungshilfen nicht erforderlich;*
4. Lebensräume, Populationen oder Metapopulationen bzw. Funktionsräume oder Migrationswege von sehr seltenen oder stark gefährdeten Arten effektiv so durchschnitten werden, dass die notwendige Mindestgröße ihrer Areale oder Populationen unterschritten wird; *Ausnahmen: Wenn ausgleichende Lebensraumvergrößerung bzw. Lebensraumoptimierung vorgesehen und möglich ist, sind Querungshilfen nicht erforderlich;*
5. wichtige Migrationswege von wandernden, nicht oder nicht stark gefährdeten Arten so durchschnitten werden, dass die jeweiligen Vorkommen gefährdet werden. Die Bedeutung (Wichtigkeit) der Migrationswege leitet sich aus der relativen Bedeutung der betroffenen Populationen ab (= weit überdurchschnittlich große Populationen oder weit überdurchschnittlich hohe Dichte von Wildwechseln oder arealgeographisch wichtige Vorkommen); *Ausnahmen: Wenn ausgleichende Lebensraumvergrößerung bzw. Lebensraumoptimierung vorgesehen und möglich ist, sind Querungshilfen nicht erforderlich; z. B. Ersatzlaichgewässer für Amphibien;*
6. Gewässer gequert werden. Alle Gewässerquerungen sind so zu gestalten, dass Arten, die im Wasserkörper oder im Gewässergrund leben, queren können und so, dass zumindest eine Uferberme mit unterführt wird. Weitergehende Ansprüche an Durchlässe / Unterführungen ergeben sich, wenn die oben genannten Kriterien erfüllt sind;
7. weit überdurchschnittlich große, zusammenhängende Huftiervorkommen von Verkehrswegen mit durchschnitten werden und
 - der Verkehrsträger von mehr als 5.000 Fahrzeugen je Tag genutzt wird oder
 - mit dem Verkehrsträger unüberwindbare bauliche Strukturen verbunden sind.

¹ = Zielflächen überregionaler Lebensraumkorridor- bzw. Biotopverbundplanungen z.B. landesweit bedeutsame Schwerpunktflächen oder Hauptverbundachsen oder länderübergreifende Achsen des Biotopverbunds oder bundesweite Wildtierkorridore

² Breite relevanter Biotoptypen jeweils geringer als ca. 30 m (und Aufweitung nicht möglich)

³ Bezug: (a) Minimumareal bzw. MVP90/50 (MVP90/50 bedeutet, dass die Population mit 90%iger Wahrscheinlichkeit auch in 50 Jahren noch existiert) oder (b) für stark gefährdete Großsäuger: auch home ranges / Aktionsräume von Fortpflanzungseinheiten

⁴ UFR, siehe Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 62

When wildlife crossings are required (7 rules)

Wildlife crossings are needed if

1. ecological networks of Land, German or Europe-wide significance⁵ are bisected by transport infrastructure and
 - transport infrastructure is used by more than approx. (5,000 to) 10,000 vehicles a day or
 - insurmountable built structures are associated with the transport infrastructure (e.g. sheet-pile walls, fences, concrete guide barriers, curb stones or high, vertical plinths) or
 - the transport infrastructure is used by more than approx. (1,000 to) 5,000 vehicles a day at bottlenecks in ecological networks⁶;
2. national parks, nature conservation areas, Natura 2000 sites or protected woodlands, natural woodlands and/or conservation woodlands are bisected, and if characteristic rare or endangered species no longer have a sufficient range of habitats at their disposal as a result of this;⁷
exceptions: if compensatory habitat enlargement and/or habitat optimisation are envisaged and possible, wildlife crossings are not required;
3. severely endangered biotope types (individual sites or agglomerations of homogeneous biotopes located less than 1,000 m apart⁸) are effectively so fragmented that, as a result, characteristic rare or endangered species no longer have a sufficient range of habitats at their disposal;
exceptions: if compensatory habitat enlargement and/or habitat optimisation are envisaged and possible, wildlife crossings are not required;
4. habitats, populations or metapopulations and/or functional areas or migration routes of very rare or severely endangered species are effectively bisected in such a way that their ranges or populations are less than the necessary minimum sizes;
exceptions: if compensatory habitat enlargement and/or habitat optimisation are envisaged and possible, wildlife crossings are not required;
5. important migration routes of migrating species that are not severely endangered, if at all, are bisected in such a way that the populations in question come to be endangered. The significance (importance) of migration routes derives from the relative significance of the populations affected (= population far larger than average, density of wildlife paths far above average or populations important in terms of the geography of animal ranges);
exceptions: if compensatory habitat enlargement and/or habitat optimisation are envisaged and possible, wildlife crossings are not required; e.g. substitute spawning grounds for amphibians;
6. waters are crossed. All water crossings are to be designed in such a way that species living in the water body or the bed of the water are able to cross the infrastructure and at least one ledge along the bank is present as well. Needs with further-reaching implications concerning passages/underpasses arise if the above-mentioned criteria are fulfilled;
7. coherent ungulate populations of far above average size are bisected by transport infrastructure as well and
 - the transport infrastructure is used by more than 5,000 vehicles a day or
 - insurmountable built structures are associated with the transport infrastructure.

⁵ = Target areas for supraregional habitat-corridor and/or ecological-network plans, e.g. priority areas or main network axes of Land-wide significance, cross-Länder ecological-network axes or national wild-animal corridors (see Fig. 5).

⁶ The width of the relevant biotope types is less than approx. 30 m (and it is not possible for them to be expanded).

⁷ Relates to: (a) minimum range and/or MVP90/50 (MVP90/50 means there is a 90% probability the population will still exist in 50 years) or (b) for severely endangered large mammals: home/activity ranges of reproduction groups as well.

⁸ Undissected functional areas, see Naturschutz und Biologische Vielfalt, no. 62. or <https://www.bfn.de/themen/planung/eingriffe/wirkungsprognosen/zerschneidung-wiedervernetzung.html>

Typen von Querungshilfen

Als Querungshilfen können einerseits die hier behandelten Überführungen und Unterführungen quer zur Verkehrsinfrastruktur betrachtet werden, andererseits können, zumindest für einige Arten, ausreichend große Querungschancen auch durch geeignete Lebensraumanordnung und die Aufhebung von Mobilitätshindernissen wieder ermöglicht werden.

Insbesondere **an (kanalisierten) Fließgewässern** kann nur die Stärkung angrenzender Populationen und die Renaturierung verbauter Ufer sowie das Zulassen von Treibsel (als Artenfloß) terrestrischen Arten wieder genügend große Überquerungschancen eröffnen.

Aus solchen Maßnahmen resultiert eine erhebliche Erhöhung der Eindringwahrscheinlichkeit und des Austrittserfolgs.

Ein weiterer Typ von Querungshilfen, die **Wildwarnanlagen**, wirkt dagegen nur für wenige Arten, jedoch für Arten, die die Verkehrssicherheit erheblich beeinflussen können. Integrative Planungen, die ganze Zerschneidungsabschnitte sowie die Effekte von (funktionssicheren) Ersatz- und Trittsteinbiotopen betrachten, reduzieren im Idealfall den Bedarf für Investitionen in die Querungsbauwerke selbst, weil sich als Summeneffekt sowohl die Anforderungen an die Zahl als auch an die Dimension verringern können (siehe Kapitel „Wechselwirkungen“ im Handbuch Wiedervernetzung; Langfassung).

Types of wildlife crossing

On the one hand, the overpasses and underpasses discussed here can be looked at as means of enabling wildlife to cross transport infrastructure; on the other hand, at least for some species, sufficiently great opportunities to cross infrastructure can also be created again by arranging habitats suitably and removing obstacles to mobility.

In particular **on (straightened) creeks and rivers**, only the consolidation of adjoining populations and the restoration of artificial bank protection features and permission of flotsam (used as rafts by certain species), can open up sufficiently great opportunities for terrestrial species to cross water roads or canals again.

Such measures result in a significant raising of the probability animals will seek to pass through infrastructure and emerge successfully on the other side.

By contrast, another type of wildlife crossing, **wildlife warning systems**, only has impacts on a few species, although these are species that can significantly threaten traffic safety. Ideally, integrative plans covering whole sections of infrastructure that cause fragmentation and the effects of (reliably functioning) substitute and stepping-stone biotopes reduce the need for investment in crossing structures themselves because their cumulative effect may mean both fewer crossings are required and their dimensions can be reduced (see ‘Wechselwirkungen’/interactions in the long version of the Defragmentation Handbook).

Abb. 2 Generelle Legende zu wiederholt verwendeten Symbolen

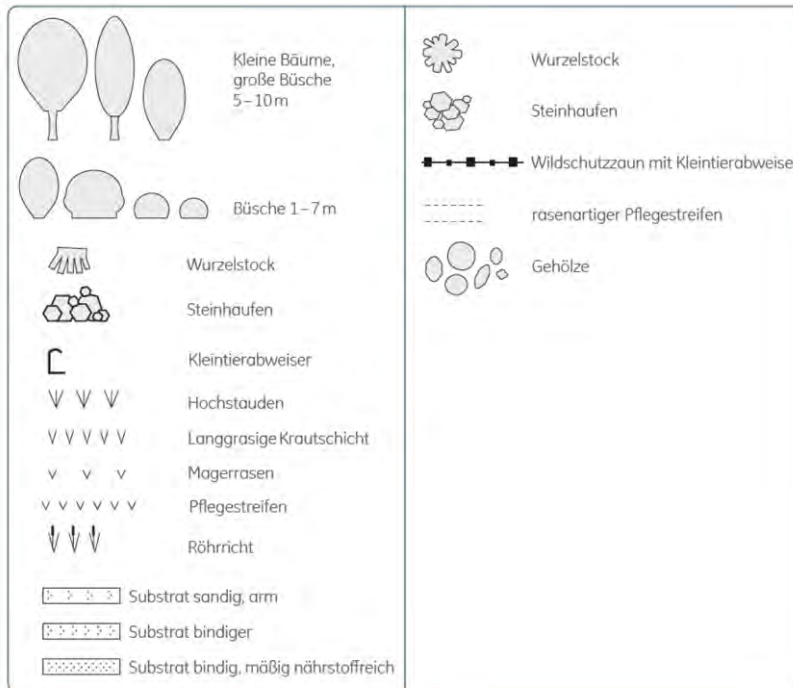
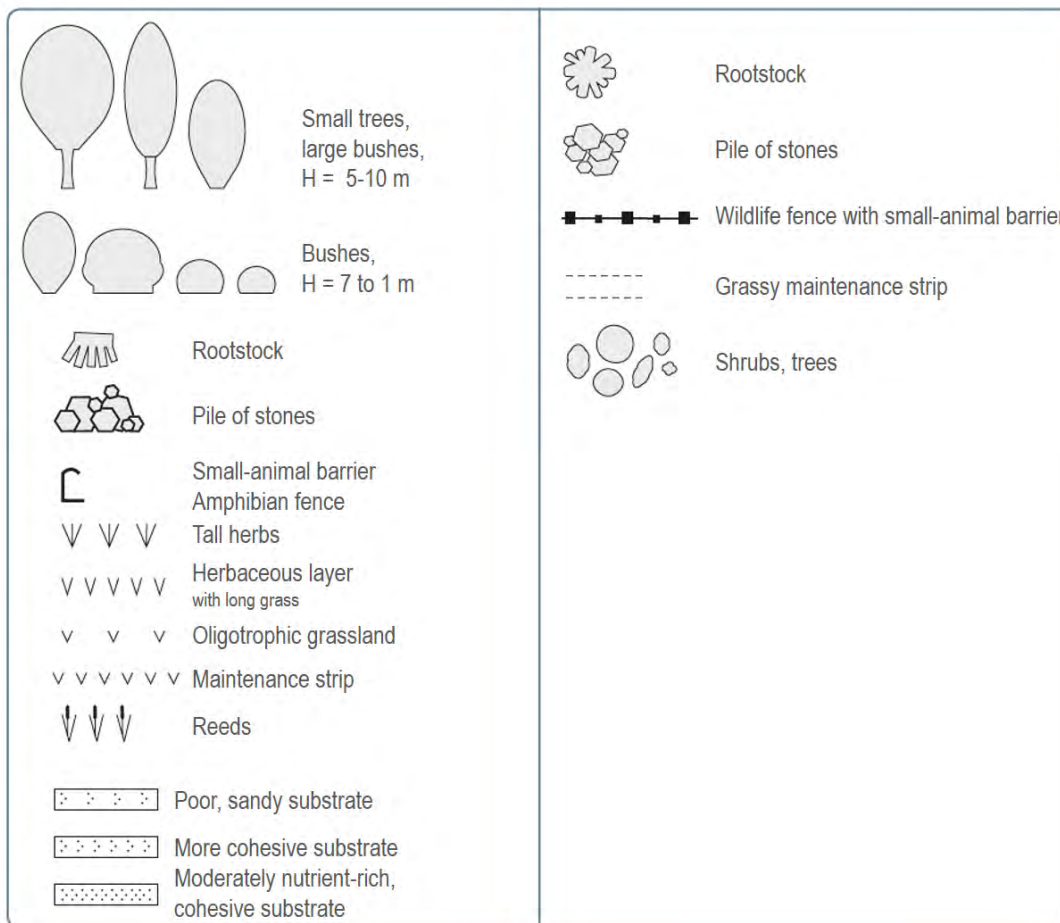


Fig. 2: General key to frequently used icons



Planungsgrundsätze

Zu beachten sind sowohl

- aktuelle Erfordernisse (vorhandene, erheblich betroffene Populationen und Ökosysteme) als auch
- besondere Potentiale sowie Verbundplanungen (erforderliche und realisierbare Zukunftszustände).

Die Indikatorenauswahl (z.B. virtuelle Lebensraumnetze⁹, Biotop- oder Vegetationstypen, Indikatorgruppen und -arten) erfolgt maßstabsspezifisch (siehe: „Hinweise zur örtlichen Kartierung“ in der Langfassung des Handbuch Wiedervernetzung).

Integrative Querungshilfen

Querungshilfen werden dort gebaut, wo besonders schutzbedürftige Lebensräume und/oder existente oder geplante Lebensraumssysteme erheblich von Zerschneidung betroffen sind

oder dort, wo Populationen bzw. wichtige Migrationswege von besonders schutzbedürftigen Arten und von Schlüsselarten durch Zerschneidung gefährdet werden (s.o.).

An solchen Orten sind nur sehr selten ausschließlich einzelne Arten oder nur eine einzige Tiergruppe betroffen.

Bis auf wenige, spezielle Ausnahmen müssen Querungshilfen für alle zerschneidungsempfindlichen Arten jeweils erheblich betroffener Lebensräume und Lebensraumnetze funktionieren, denn das zentrale Rahmenziel ist die nachhaltige Sicherung der Vielfalt des Lebens. Im Regelfall müssen also multifunktionale Querungshilfen von den verschiedensten Arten eines oder mehrerer betroffener Ökosystemtypen genutzt werden können.

Dabei bestimmen meist die Lebensraumansprüche der wenig mobilen und eng an bestimmte Lebensräume gebundenen Arten (z.B. Reptilien oder Insekten) die notwendige Biotopqualität der Querungshilfen und ihres Umfelds. Die Ansprüche der Mittel- und Großsäuger, insbesondere der Huftiere (im Zusammenspiel mit den Grundanforderungen zur Entwicklung ausreichender Lebensraumqualitäten) bestimmen dann die notwendige Dimension von Querungshilfen. Die große Empfindlichkeit vieler Säugetiere gegenüber Beunruhigung bestimmt schließlich die Anforderungen an Jagd, Erholung, Verkehr sowie den notwendigen Irritationsschutz und ggf. die erforderliche Deckung im Zugangsbereich und im Umfeld der Querungshilfen.

**Querungshilfen nur für Einzelarten,
sind i.d.R. der falsche Ansatz.**

⁹ z.B. Hänel K., Reck, H. (2011): Bundesweite Prioritäten zur Wiedervernetzung von Ökosystemen: Die Überwindung straßenbedingter Barrieren. - Schriftenreihe Naturschutz und Biologische Vielfalt 108: 354 Seiten + CD.

Planning principles

Attention is to be paid to both

- current requirements (existing, significantly dissected populations and ecosystems) and
- particular kinds of potential and network plans (required and feasible future statuses).

Indicators (e.g. virtual habitat networks¹⁰, biotope or vegetation types, indicator groups and species) are selected for specific scales (see: 'Hinweise zur örtlichen Kartierung' in the long version of the Defragmentation Handbook).

Integrative wildlife crossings

Wildlife crossings are constructed where particularly vulnerable habitats and/or existing or planned habitat systems are significantly affected by fragmentation, or where populations and/or important migration routes of particularly vulnerable or key species are threatened by fragmentation (see above). It is extremely rare for individual species or just one single taxonomic group to be affected exclusively at such locations.

Apart from a few, special exceptions, wildlife crossings must function for all fragmentation-sensitive species of the habitats and habitat networks that are significantly affected because the central framework goal is the sustainable safeguarding of the diversity of life. As a rule, it must therefore be possible for multi-functional wildlife crossings to be used by the most various species of one or several affected ecosystem types.

In this respect, it is usually the habitat needs of less mobile species closely tied to particular habitats (e.g. reptiles or insects) that determine the necessary biotope quality of wildlife crossings and their surroundings. The needs of medium-sized and large mammals, ungulates in particular, (and the fundamental requirements for the development of suitable habitat qualities) then determine the necessary dimensions of wildlife crossings. Finally, many mammals' great sensitivity to disturbance determines the requirements placed on hunting, recreation, transport, the necessary protection against distraction and, potentially, the cover required on the approaches to and in the vicinity of wildlife crossings.

**As a rule,
wildlife crossings purely for individual species
are the wrong approach.**

¹⁰ E.g. Hänel, K., Reck, H. (2011): Bundesweite Prioritäten zur Wiedervernetzung von Ökosystemen: Die Überwindung straßenbedingter Barrieren, Schriftenreihe Naturschutz und Biologische Vielfalt 108, 354 pp. + CD; English summary: Nationwide Priorities for Re-Linking Ecosystems: Overcoming Road-Related Barriers. <https://www.bfn.de/themen/planung/eingriffe/wirkungsprognosen/zerschneidung-wiedervernetzung.html>

Komplexe Herleitung - einfache Anwendung: Der ökosystemare Ansatz

Das zentrale Kennzeichen biologischer Vielfalt ist namentlich die Vielfalt. Will man Vielfalt erhalten, braucht es vielfältige und nicht einfältige Problemlösungen.

Die gesamte Vielfalt des Lebendigen zu beachten ist nötig und scheint gleichzeitig eine unlösbar komplexe Aufgabe zu sein. Maßnahmen sollen ortsspezifisch aus den Ansprüchen der empfindlichsten und anspruchsvollsten Arten abgeleitet werden und zu deren Identifikation müssen lebensraumspezifisch ausgewählte Zeigerartengruppen kartiert werden (s. Tab. 2). Dennoch braucht es i.d.R. keine Speziallösungen für Hirsche, Haselmäuse, Laufkäfer oder Eidechsen. Für alle kleinmaßstäbigen Planungen und als Grundgerüst für die weitaus meisten Problemlösungen genügt ein ökosystemorientierter Ansatz: Problemlösungen werden also weder für Wildkatze, Kreuzotter oder Steppen-grashüpfer entwickelt, sondern in erster Linie für die Lebensgemeinschaften:

- (1) von Wäldern und Waldsäumen (vgl. Abb. 4),
- (2) des trockenen bis frischen Offenlands (vgl. Abb. 17),
- (3) des feuchten bis frischen Offenlands und
- (4) der Gewässer und ihrer Ufer (und Auen) oder für Kombinationen dieser vier Typen.

Dabei sollten zuerst Vernetzungsabschnitte und dann erst Vernetzungspunkte betrachtet werden.

Artspezifische Maßnahmen, d.h. Maßnahmen die nur an einer Art oder einem Typus von Arten und nicht an repräsentativ zusammengestellten Indikatorartsystemen ausgerichtet sind, sind nur ausnahmsweise (z.B. für die Sicherung von Amphibienwanderungen) oder allenfalls ergänzend sinnvoll.

Insgesamt bedeutet das, dass auch komplexe Probleme (Zerschneidung von ökosystemaren Verflechtungen) einfach gelöst werden können. Auch Regionen übergreifend bedeutsame Korridore werden nicht für Einzelarten ermittelt und gesichert, sondern anhand der räumlichen Verteilung hochwertiger und/oder durchwanderbarer Biotope und deren Restituierbarkeit.



Abb. 3: Bsp. einer Grünstreifenbrücke Foto: H.Reck
Fig. 3: Example of a bridge with a vegetated strip

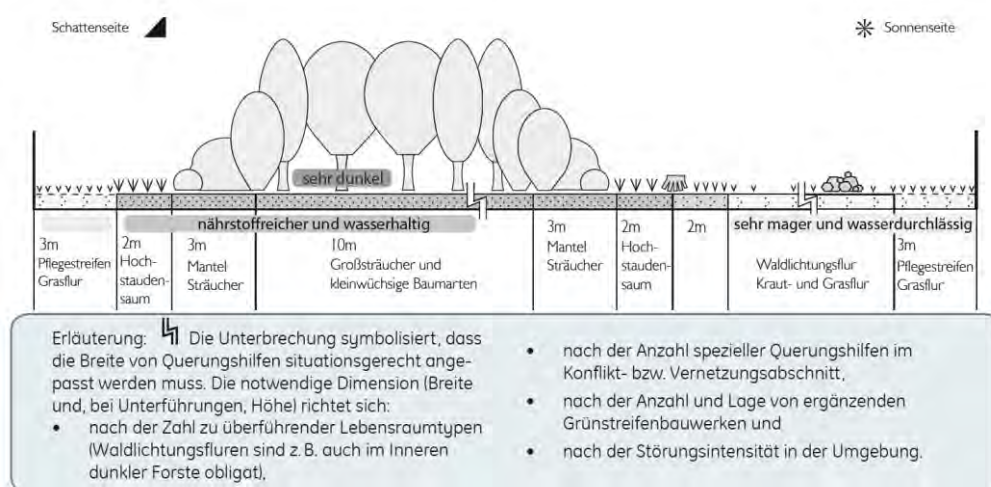
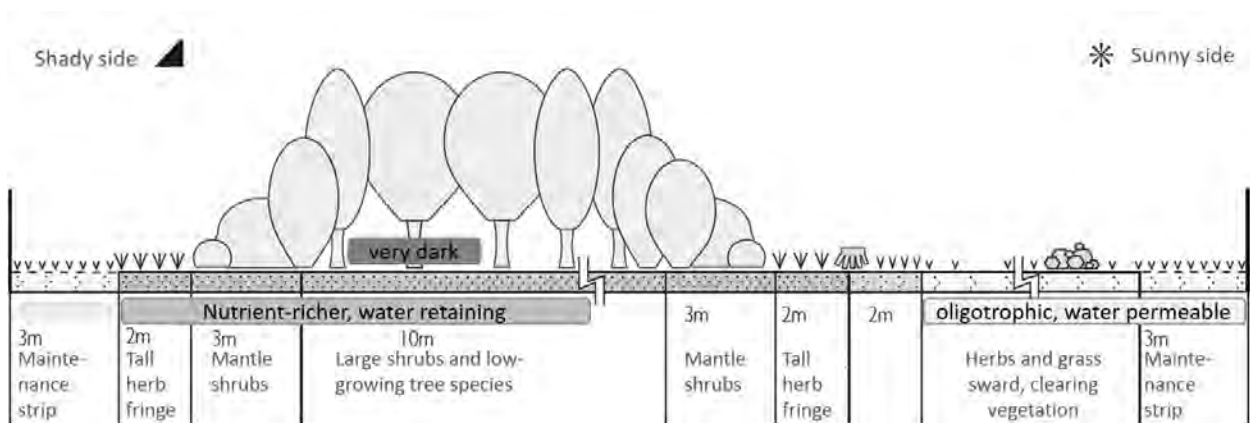


Abb. 4: Vernetzung im Wald (Gestaltungsprinzip, Legende s. Abb. 2)

Complex derivation - simple application: The ecosystem approach



Explanation: The break symbolizes that the width of wildlife crossings has to be adjusted in accordance with the situation. The necessary dimensions (width and, at underpasses, height) depend on:

- the number of habitat types to be created on an overpass (e.g. vegetation of woodland clearings that are obligatory even in the interior of dark forests),
- the number of special wildlife crossings along a section of infrastructure where conflicts occur and/or links are to be re-established,
- the number of supplementary structures with vegetated strips and their locations, and
- the intensity of the disturbance in the surrounding area

Fig. 4: Creating links within woodland (landscaping principle; see Fig. 2 for key)

The central characteristic of biological diversity is, literally, diversity. Where there is a desire to preserve diversity, the solutions needed will be diverse and not simplistic.

What is necessary is to take account of the whole diversity of the living world, even though this seems an insolubly complex task.

Measures are to be derived specifically for particular localities from the needs of the most sensitive and most demanding species. In order to identify them, selected groups of indicator species must be mapped specifically for each habitat (see Table 2). Nonetheless, as a rule there is no need for special solutions for red deer, common dormice, ground beetles or lizards. An ecosystem-oriented approach is sufficient for all small-scale plans and, as a basic framework, by far the majority of solutions: in consequence, solutions are not developed for the European wild cat, the common adder or the heath grasshopper, but primarily for the biocoenosis of:

- (1) woodlands and woodland fringes (cf. Fig. 4),
- (2) dry to fresh open land (cf. Fig. 17),

- (3) (wet to fresh open land, and
- (4) waters and their banks (and floodplains) or combinations of these four types.

In this respect, the sections of infrastructure across which links are to be established should be analysed in an integrative way.

Species-specific measures, i.e. measures that are solely oriented towards only one type of species, and not towards a representatively assembled system of indicator species, are only exceptionally expedient (e.g. to safeguard amphibian migrations) or at most to supplement other measures.

Overall, this means that even complex problems (the fragmentation of ecosystem interrelations) can be resolved simply (interregionally significant corridors are not identified and safeguarded for individual species, but using the spatial distribution of biotopes that are of high value, biotopes through which animals are able to migrate and the feasibility of restoring such biotopes).

Anforderungen an die Lage von Querungshilfen

Die Platzierung oder Umfeldgestaltung entscheidet über die Funktionsfähigkeit der Querungshilfen.

Für Kleintiere müssen Querungshilfen entweder sehr nahe an den (zu verbindenden) Kernlebensräumen liegen (ohne weitere zwischenliegende Hindernisse in max. 100 bis 250 m Entfernung) und/oder es müssen zusätzliche, auf die Querungshilfe zuführende, vollwertige Trittsteinbiotope entwickelt werden. Besonders günstig ist die Sicherung und Entwicklung von Reproduktionslebensräumen im unmittelbaren Umfeld der Querungshilfen, im Zugangsbereich oder sogar auf/in diesen selbst.

Für Großtiere ist die Lage auf geeigneten Migrationskorridoren oder an Migrationsschwerpunkten wichtig. Zumindest residente Großtiere lassen sich aber durch geeignete Zäunung auch über Entfernungen von mehreren hundert Metern zu Querungshilfen hinlenken.

Die Platzierung muss an Kernlebensräumen und Migrationskorridoren ausgerichtet werden; räumliche Abweichungen erfordern die Anlage von Trittsteinbiotopen und weiteren Verbundelementen und/oder von Leiteinrichtungen.

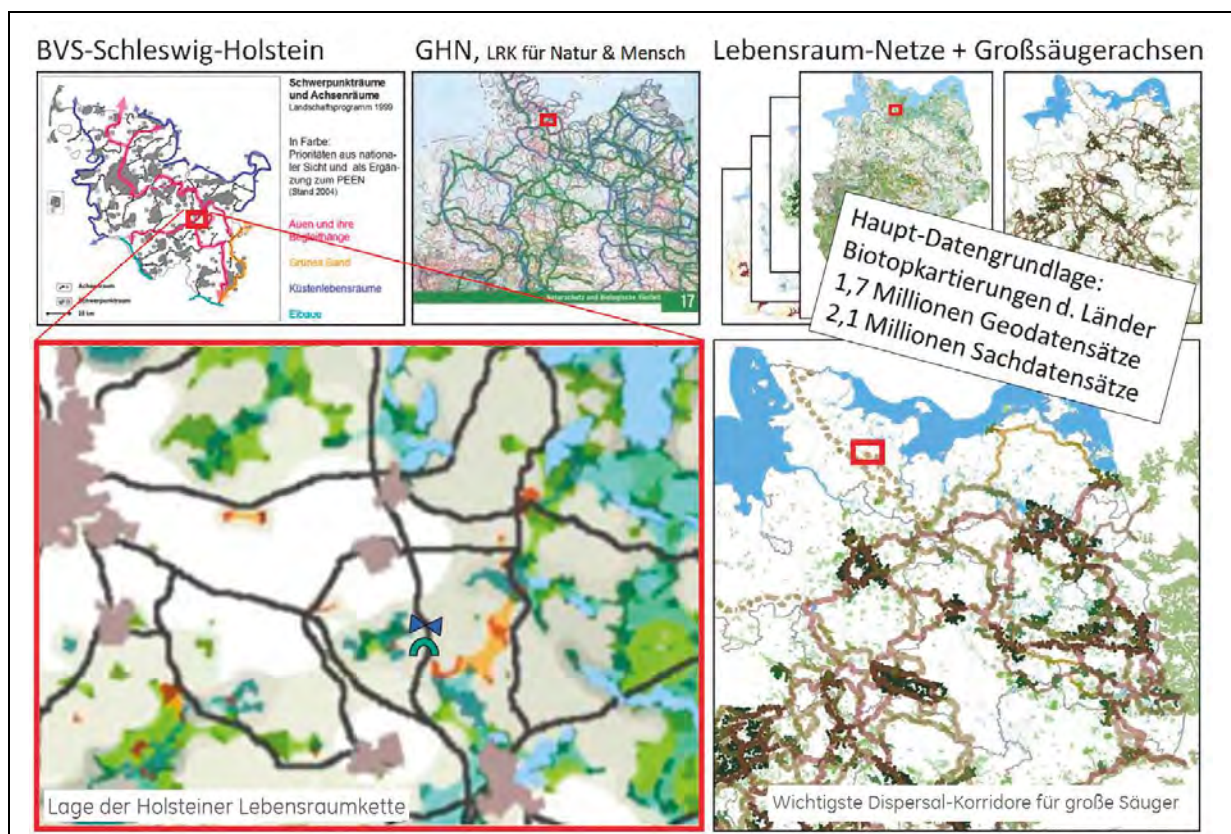


Abb. 5: Lebensraumkorridore bzw. Lebensraumnetze und Verbundplanungen *Kartencollage: H. Reck & K. Hänel*
Die Wirksamkeit von Biotopverbundachsen und/oder von Lebensraumnetzen muss durch geeignete Querungshilfen gesichert werden, wenn Verkehrswege Verbundsysteme zerschneiden; dargestellt ist die Lage von Querungshilfen an der A 21 bei Bad Segeberg in Bezug zum Verbundsystem Schleswig-Holstein (Schwerpunkträume und Haupt-Achsenräume), zur Initiativeskizze „German Habitat Network“ und zu mittlerweile bundesweit identifizierten Lebensraumnetzen.

Requirements concerning the location of wildlife crossings

The placement of wildlife crossings or the landscaping of their surroundings are decisive for their functionality.

For small animals, wildlife crossings must be located either very close to their core habitats (which are to be connected without further intervening obstacles at distances of 100 to 250 m max.), and/or additional, high-value stepping-stone biotopes that channel animals towards the wildlife crossing must be developed. The safeguarding and development of reproduction habitats in the immediate vicinity of wildlife crossings, on their approaches or even on/in the crossings themselves are particularly beneficial.

For large animals, it is important for crossings to be located in suitable migration corridors or at migration hotspots. However, resident large animals, at least, can also be directed to wildlife crossings over distances of several hundred metres by means of suitable fencing.

Crossings' placement must be oriented towards core habitats and migration corridors; spatial discontinuities require the creation of stepping-stone biotopes, further network elements and/or guiding elements.

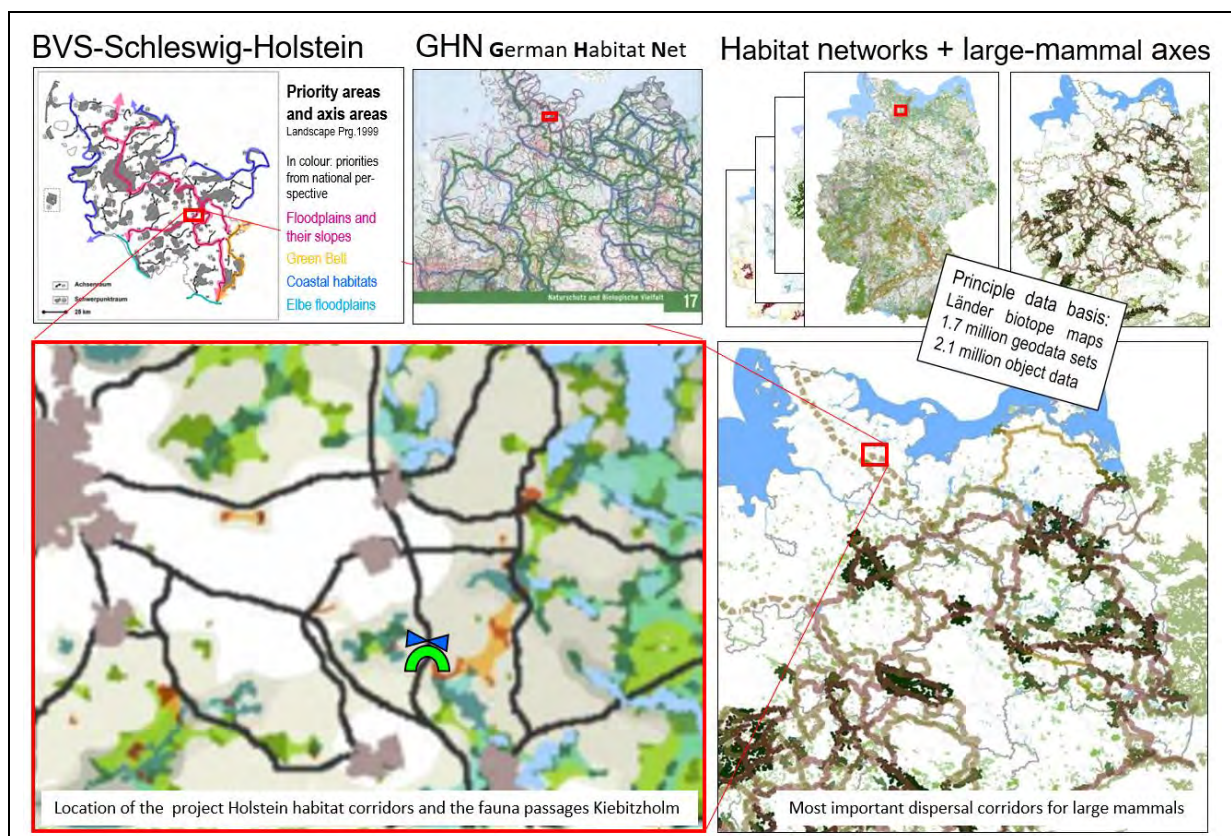


Fig. 5: Habitat corridors, networks and network plans *Kartencollage: H. Reck & K. Hänel*

The effectiveness of ecological network axes and/or habitat networks must be safeguarded by suitable wildlife crossings if transport infrastructure fragments network systems; the maps show the locations of wildlife crossings on the A21 motorway near Bad Segeberg as they relate to Schleswig-Holstein's system for interlinking biotopes (BVS), the outline concept for the 'German Habitat Network' and habitat networks that have now been identified Germany-wide.

Gestaltung und Management

Zielkonflikte und Mehrzieloptimierung: Durchdringungsbereiche

Querungshilfen sind so anzulegen, dass die von den Tieren benötigten Habitatqualitäten nach Baudurchführung und Entwicklungspflege in ausreichender Dichte in den Zuleitungskorridoren und über die Querungshilfe vorhanden sind. Notwendige Durchdringungsbereiche verschiedenartiger Lebensraumtypen müssen besonders sorgfältig ausgeführt werden, um Barrierewirkungen zu vermeiden. Anstelle von monotypischem Verbund werden Mosaik-Korridore benötigt.

I.d.R. sind Durchdringungsbereiche bei allen Querungshilfen erforderlich, die Waldarten überführen sollen. Die Verbundwirkung für Offenlandlebensräume und von Waldrandbiotopen, die entlang von Verkehrswegen ausgebildet sind, soll auch quer zu Verkehrswegen ermöglicht werden. Waldrandbiotopie müssen beim Waldverbund grundsätzlich mitberücksichtigt werden.

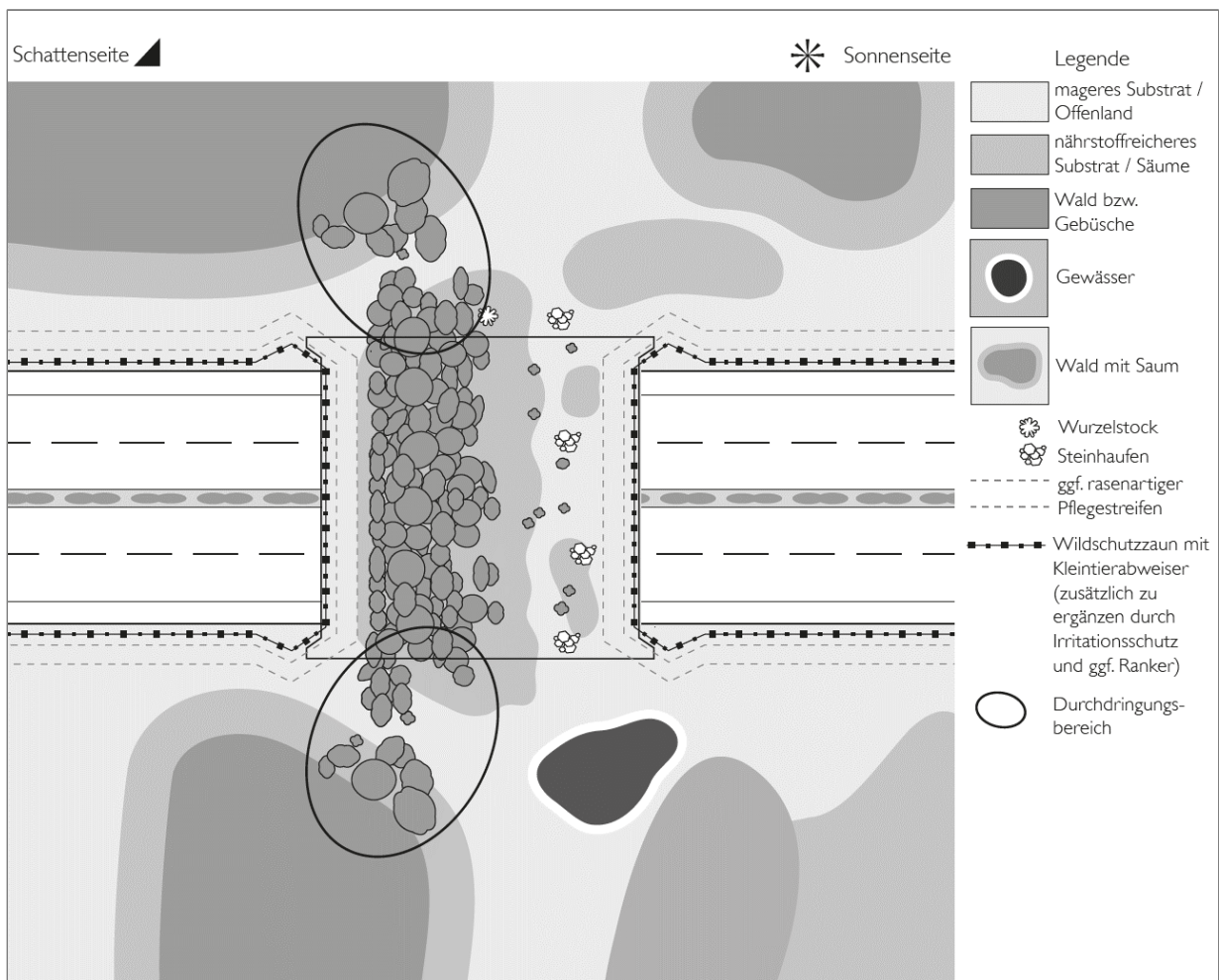


Abb. 6: „Mosaik-Strukturen“ und „Durchdringungsbereiche“

Damit der Gehölzverbund quer zur Straße nicht zur Barriere für den Offenlandverbund wird (der bspw. längs oder diagonal zur Straße ausgeprägt ist), müssen Durchdringungsbereiche sorgfältig gestaltet werden. I. d. R. genügen 3 (-5) m breite Lücken im Gehölzverbund.

Design and management

Conflicting aims and the optimisation of multiple aims: interpenetration areas

Wildlife crossings are to be configured in such a way that the habitat qualities required by animals are present in sufficient density in their feeder corridors and over/through the wildlife crossing once the construction work and the maintenance required during the vegetation's initial development have been completed. Any areas where different habitat types cross each other must be landscaped particularly carefully in order to prevent barrier effects. Rather than a monotypic network mosaic-corridors are required.

As a rule, interpenetration areas are required at all wildlife crossings that are intended to carry woodland species across infrastructure. It must also be made possible for open-land habitats and woodland-margin biotopes that have developed along transport infrastructure to function as networks. As a matter of principle, woodland-margin biotopes must be taken into consideration as well when it comes to woodland networks.

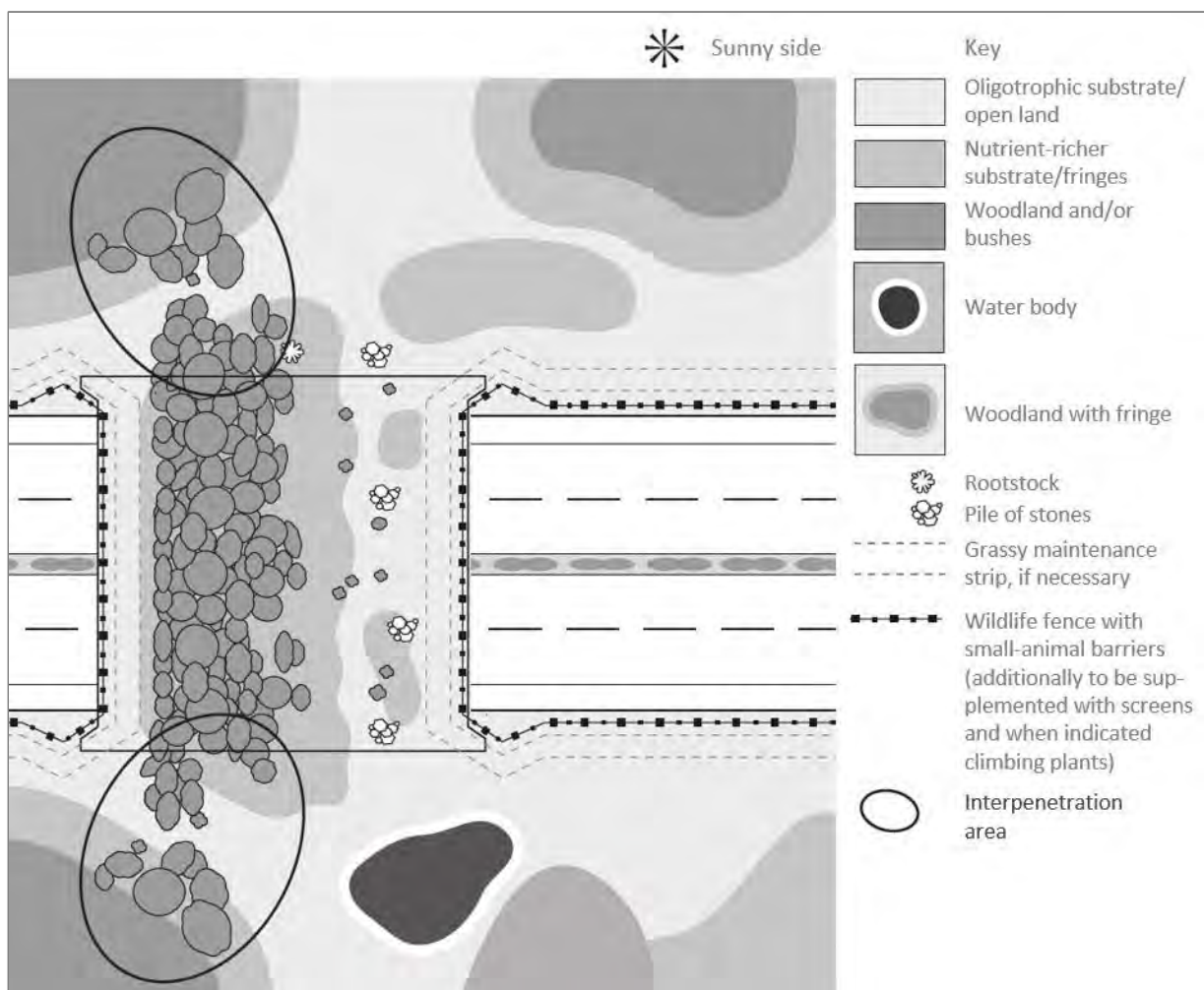


Fig. 6: 'Mosaic structures' and 'interpenetration areas'

Interpenetration areas must be carefully landscaped if the network of woody plants across the road is not to become a barrier for the open land network (which is prominent alongside or diagonal to the road). As a rule, 3(-5)-m-wide gaps in the network of woody plants are sufficient at crossings of different narrow-linear habitats.

The Dimension of wildlife passages

The types and numbers of relevant target habitats and/or target species determine a crossing's dimension.

As a matter of principle, the effectiveness of a wildlife crossing is always the result of interactions between its dimensions (i.e. its width and length) and

- its location relative to the surrounding biotopes and/or species' migration hotspots,
- the habitat qualities that can be realised in the surrounding area (above all on the approaches to the crossing) and on/in the wildlife crossing and, where relevant,
- suitable fencing and/or the options for minimizing disturbance (no-hunting zone, exclusion of traffic, diversion of visitors, screens).

Deficits in crossings' placement, landscaping and pacification can only be compensated for by larger dimensions to a certain extent or at disproportionate expense.

A large number of narrow wildlife crossings may be more effective than one single, wide wildlife crossing, particularly for small animals. However, 'structures with vegetated strips' (Fig. 3) may also be necessary to complement 50 m -standard structures.

Ultimately, the width of wildlife overpasses is dependent on the number of necessary vegetation or habitat types. Including the corresponding margins, hiding places, site gradients and maintenance strips, approx. 15 - 20 m of the structure's width is required for the first woodland or openland habitat type, while approx. 5 - 10 m is then sufficient for each further type. Minimum requirements for ungulates (according to the latest findings approx. 30 (- 50) m for migrating red deer) are to be considered additionally. Moreover, the dimensions of wildlife crossings are dependent on the width of the transport infrastructure and, as far as underpasses are concerned, the height of the bridges they go under and whether it is possible to split the carriageways.

However, apart from the number of habitat types to be created on an overpass (woodland clearings are also obligatory in the interior of dark forests), the necessary dimensions also depend on the total number of wildlife crossings along the section of infrastructure where conflicts occur or links are to be created, the numbers and locations of supplementary structures with vegetated strips and substitute biotopes, and the intensity of the disruption in the surrounding area (see above).

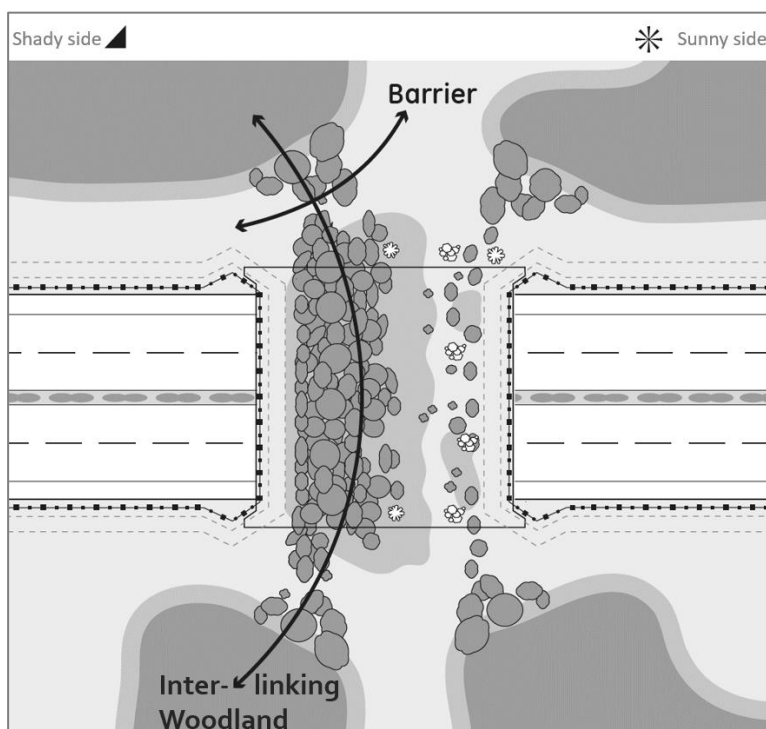


Fig. 7: „Interpenetration areas 2“
Dense, uninterrupted hedgerows and suchlike structures can be significant barriers for open-land species and, by the same token, open land can represent a barrier for woodland species (although there are significant zonal differences, and both population density and the length of any 'mirrored fronts' (see below) are further significant factors that direct the dispersal and/or distribution of individuals).

Interlinking of woodland biotopes can create a barrier to open-land species unless attention is paid to interpenetration areas.

Standards zur Dimensionierung

Für ein ca. 30 m breites Straßenbauwerk (z.B. RQ 29,5 m) an überörtlich wichtigen Achsen des Lebensraumverbundes genügen bei Überführungen i.d.R. ca. 50 ± 15 m breite Querungshilfen und bei Unterführungen mit einer lichten Höhe von mehr als 5 m ca. 80 ± 35 m breite Querungshilfen (Bezug: Singuläre aber integrative Bauwerke; bei ungünstigem Umfeld ist die breitere Variante,

Standards for Dimensions

For ± 30 -m-wide roads on habitat-network axes of supralocal importance, approx. 50 ± 15 -m-wide wildlife overpasses are sufficient as a rule, and approx. 80 ± 35 -m-wide structures at underpasses with headroom clearance of more than 5 m. Those standards relate to isolated, but integrative structures; in unfavourable circumstances

bei günstigem Umfeld die schmalere geeignet). Für größer dimensionierte Verkehrswege bzw. niedrige Unterführungen sind Anpassungen erforderlich. Wenn mehrere wechselwirkende Bauwerke in Summe die Zerschneidungswirkungen vermeiden sollen, genügen vereinzelt wesentlich schmalere Querungshilfen.

the wider variant is suitable, in favourable circumstances the narrower variant. Adjustments are required for transport infrastructure with larger dimensions and/or low underpasses. Significantly narrower wildlife crossings can be sufficient if several interacting passages are to cumulatively prevent the fragmentation effects.

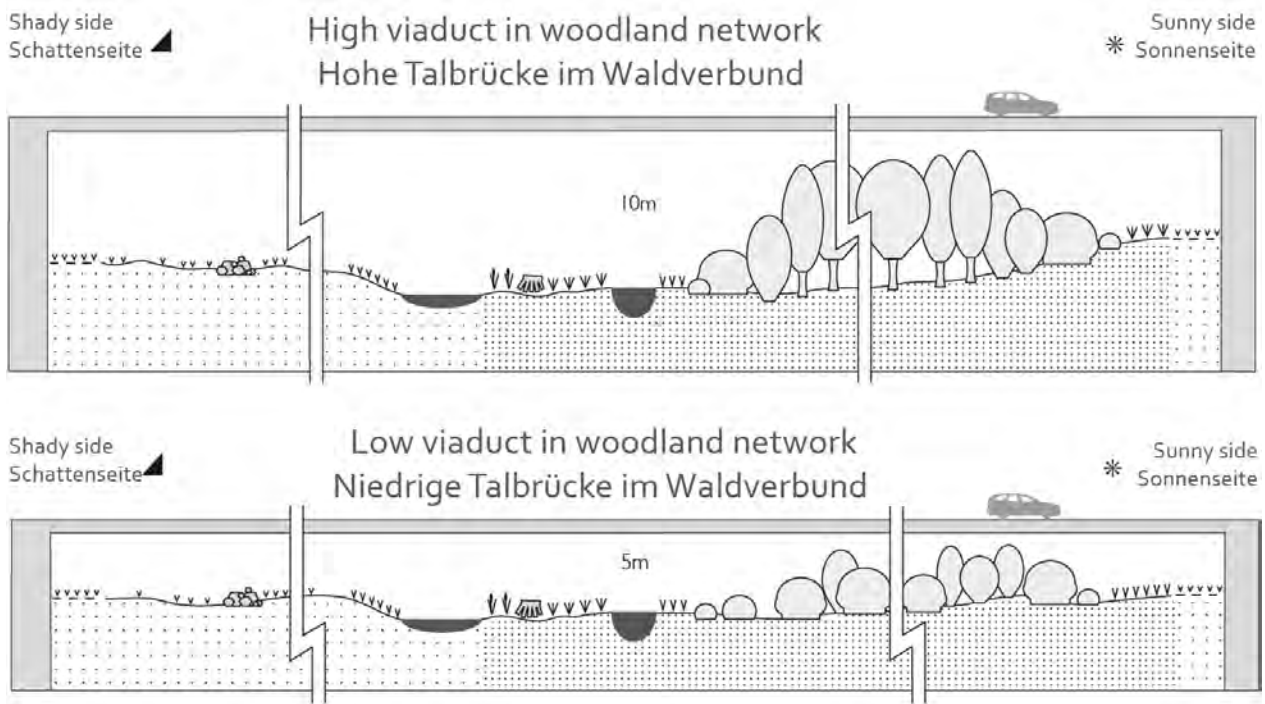


Abb. 8: Gestaltungsprinzipien für Talbrücken (hohe und niedrige; Legende s. Abb. 2)

Bei breiten Straßen ist ggf. ein breiter Lichtspalt (eine Spreizung der Fahrbahnen) erforderlich und die Prüfung, ob, um die lichte Höhe zu erhöhen, abschnittsweise Auskofferungen möglich sind, ohne dass großflächig dauerhafte Wasserflächen unter dem Bauwerk entstehen, die wiederum zu viel Gestaltungs- und Bewegungsraum in Anspruch nehmen.

Fig. 8: Design principles for viaducts (high and low viaducts; see Fig.2 for key)

On wide roads, a wide light gap (created by splitting the carriageways) may be required, and it is necessary to examine whether sections of the floor can be excavated in order to increase the headroom clearance without extensive areas of permanent standing water being created under the structure that, in turn, take up too much of the space needed for landscaping and animal movements.

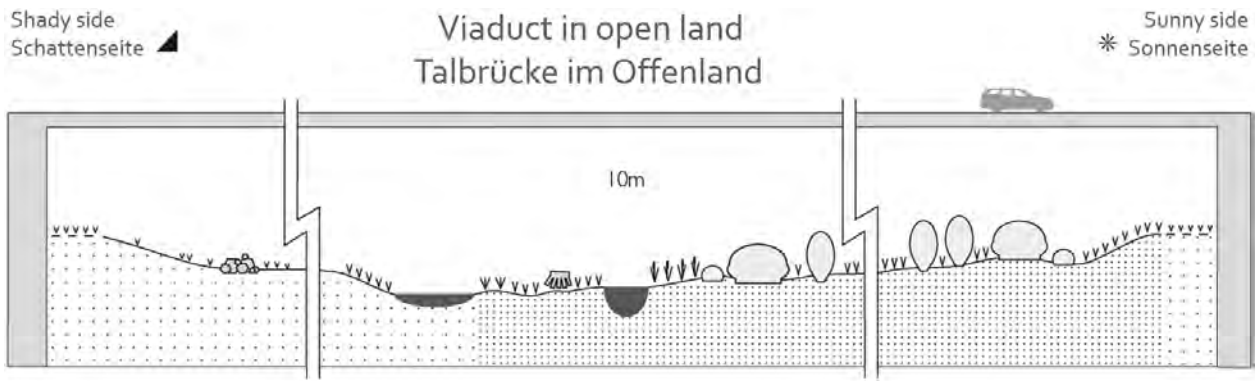


Abb. 9: Talbrücke im Offenland
(Prinzipienskizze zur Gestaltung, Legende s. Abb. 2)

Fig. 9: Viaduct in open land
(schematic landscaping plan; see Fig. 2 for key)



Abb. 10: Die unzureichende Gestaltung von Talbrücken ist kein Einzelfall Foto: R. Sommer & H. Reck
Trotz der Zerschneidung von Waldlebensräumen fehlt u.a. der Gehölzverbund und der Bau- bzw. Unterhaltungsweg wirkt als Barriere für Kleintiere.

Fig. 10: It is not unusual for viaducts to be inadequately landscaped

Despite the fragmentation of woodland, there is no network of copse, bushes or trees at this underpass, while the maintenance road forms a further barrier for small animals.

Aufwertungen an bestehenden Bauwerken: Bermen oder Grünbankette

Eine Besonderheit sind Aufwertungen an bestehenden Bauwerken. An geeigneter Stelle liegende Verkehrsbrücken, -unterführungen oder Gewässerdurchlässe können für Wiedervernetzungsmaßnahmen genutzt werden; sei es, dass ein Gewässerdurchlass mit einer Berme für Laufkäfer, Amphibien oder Fischotter optimiert wird, sei es, dass eine Feldwegequerung durch Grünstreifen und/oder durch Trittsteinbiotope im Portalbereich für Tiere nutzbar gemacht werden.

Zwar wird eine solche lokale Optimierung im Einzelnen nie für alle betroffenen Arten funktionieren können, aber im Zusammenwirken oder für bestimmte, schutzbedürftige Tierarten sind erhebliche Verbesserungen erreichbar. Deshalb ist das Erkennen und die Gestaltung von „Bauwerken mit Mitbenutzungspotential“ eine wichtige Aufgabe der Eingriffsminderung (vgl. Abb. 11).

Enhancements to existing structures: ledges or grass shoulders

One distinctive approach is to make enhancements to existing structures. Road or rail bridges, underpasses or water passages located at suitable points can be used for re-linking measures, whether a water passage is optimised with a ledge for ground beetles, amphibians or common otters, or whether a joint-use crossing with a farm road is adapted for use by animals with vegetated strips and/or stepping-stone biotopes in its portal area.



Fig. 11: Optimized passage Foto: M. Böttcher

Thanks to the planting of shrubs and trees in front of a joint-use passage with a road (and appropriate installations in the passage), arboreal mammals and other species are channelled towards and through an existing structure in Japan.

Abb. 11: Durchlassoptimierung

Durch das Vorpflanzen von Gehölzen bis zum Wegedurchlass (und entsprechende Installationen im Durchlass) werden in Japan gehölzbewohnende Kleinsäuger und weitere Arten an bestehende Bauwerke heran- und hindurchgeführt.



Fig. 13: Forest road with vegetated strip Foto: B. Georgii

Abb. 13: Grünstreifenbrücke

Admittedly, it will never be possible for such fine-grained, localised optimisation to function for all affected species, but significant improvements are achievable in combination or for particular, vulnerable animal species. This is why the identification and design of 'structures with potential for joint use' is an important task for the mitigation of impacts (cp. Fig. 11).



Fig. 12: Amphibian passage Foto: H. Reck

If migrations of larger spawning populations are affected, amphibian passages are the one usually expedient exception from the principle that wildlife crossings must function not for individual species, but for many species of the habitat networks that have been fragmented. And even then, multifunctionality can be achieved by using a suitable ground substrate, creating suitable approaches and hiding places, and complying with a minimum size of 100 cm x 120 cm so that passages are used by at least some nocturnal ground-beetle or small-mammal species (or in the case that is shown, as a local peculiarity, even wild boar). The recommended minimum size also allows maintenance work to be carried out.

Abb. 12: Amphibiendurchlass

Wenn starke Laichwanderungen betroffen sind, dann sind Amphibiendurchlässe die einzige, regelmäßig sinnvolle Ausnahme vom Grundsatz, dass Querungshilfen nicht für Einzelarten, sondern fast immer für viele Arten der jeweils zerschnittenen Lebensraumnetze funktionieren müssen. Und selbst dann kann Multifunktionalität durch geeignetes Bodensubstrat, geeigneten Zugang, Verstecke und eine Mindestgröße von 100 cm x 120 cm insoweit erreicht werden, dass sie zumindest von einigen nachtaktiven Laufkäfer- oder Kleinsäugerarten (oder im gezeigten Fall, als lokale Besonderheit, sogar von Wildschweinen) genutzt werden. Die angegebene Mindestgröße erlaubt auch eine zumindest leidliche Pflege.

Spezialbauwerke

Neue Spezialbauwerke für nur einzelne Kleintierarten sind, mit Ausnahme von Amphibiendurchlässen, nur in besonderen Ausnahmesituationen sinnvoll. Amphibiendurchlässe sollten bei ca. 30 m Länge mindestens 1 m breit und 1,2 m hoch sein (damit sie von möglichst vielen Tierarten genutzt werden können, damit geeig-



Fig. 14: 'Chiropteroducts' in Baden-Württemberg (left) and France (right)

Special structures such as these 'chiropteroducts', which only serve one or very few species as wildlife crossings, must remain solutions for quite particular exceptional situations, in which no other species are affected by fragmentation. Otherwise – unrealistically –, they would have to be combined with many other special structures (cerviducts, muscardiducts, grisarducts, serpenducts, locustducts, papilloducts, libelluducts, ducts coléoptères, ducts vermineuses, etc.).
Photo left: N. Menz; photo right: Gloumouth1, Source: Wikimedia.

Special structures

With the exception of amphibian passages, special new structures for just a few small animal species are only worthwhile in particular, exceptional situations. If they are approx. 30 m long, amphibian passages should be at least 1 m wide and 1.2 m high (so they can be used by as many animal species as possible, suitable ground sur-

nete Bodenoberflächen und Verstecke angelegt werden können und damit sie gepflegt werden können; s. Abb. 16). Großbauwerke müssen immer integrativ für alle betroffenen Artengruppen gestaltet werden und Komplementärbauwerke (u.a. Grünstreifenbrücken /-durchlässe) weitestmöglich.



Abb. 14: „Chiropteroducte“ in Bad.-Württ. (links) bzw. in Frankreich (rechts)

Spezialbauwerke, wie diese „Chiropteroducte“ die nur einer oder sehr wenigen Arten als Querungshilfe dienen, müssen die Lösung für ganz besondere Ausnahmesituationen bleiben, in denen sonst keine anderen Arten von Zerschneidung betroffen sind, oder sie müssten - unrealistisch - mit vielen weiteren Spezialbauwerken (mit Cervidukten, Muscardidukten, Grisardukten, Serpendukten, Locustdukten, Papillodukten, Libelludukten, Duc coléoptère, Duc vermineuse etc.) kombiniert werden.

faces and hiding places can be created, and they can be maintained, see Fig. 16). Large structures must always be designed integratively for all affected species groups, and this has to be done as far as possible when it comes to small and complementary structures (including bridges/passages with vegetated strips).

Tab. 2: Lebensraumspezifische Standardauswahl von Biodeskriptoren

Zu untersuchende Taxa (oder ein jeweils entsprechender ökologischer Anspruchstyp)	Standardauswahl							Ergänzend, Sonderfälle																
	Gefäßpflanzen	Vögel	Kriechtiere	Lurche	Laufkäfer	Tagfalter + Widderchen	Heuschrecken	Libellen	Wild	Algen, spez. Arten	Plitze	Flechten	Fledermäuse	Sonstige Kleinsäuger	Fische	Schnecken und Muscheln	Krebse	Holzkäfer	Stechimmen (ohne Ameisen)	Ameisen	Nachtschmetterlinge	„Aquatische Insekten“	Strudelwürmer	Spinnen
Binnengewässer ohne Quellen und Grenzsyste Binnengewässer / Land	●	●	●		●	-	-	●	●	○	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	○	○	-
Äcker (und ähnlich bewirtschaftete Biotope)	●	●	-		●	-	○	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
Biotope des sonstigen Offenlandes sowie Grenzsyste zwischen Offenland und gehölzdominierten Lebensräumen	●	●	●		●	●	●	-	●	-	○	○	○	-	○	-	○	○	○	○	-	-	○	
Gehölzdominierte Lebensräume	●	●	-		●	●	-	-	●	-	○	○	○	-	○	-	○	-	○	○	-	-	○	
Biotope von Gebäuden und Höhlen	●	○	-		-	-	-	-	-	-	●	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	
(Unterirdische Gewässer)	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	
Quellen	●	-	-		-	-	-	●	-	○	-	-	-	-	●	○	-	-	-	-	○	○	-	

● Standard zur jeweiligen Beurteilung bei hauptsächlich terrestrischen Umweltveränderungen und ohne Berücksichtigung streng geschützter Arten
 ○ Empfohlen zur ergänzenden Beurteilung sowie im Hinblick auf besonders geschützte Arten (siehe auch <http://ffh-vp-info.de>); bei Verdacht auf besondere Vorkommen: ggf. weitere Artengruppen

verändert nach Reck 1992

Table 2: Habitat specific list of indicator species groups for Central Europe

Impact assessment and mitigation planning should identify indicators that are highly sensitive/demanding and, if possible, be locally important (e.g. threatened or iconic) to raise its profile and provide public support. It appears possible to reduce the enormous variety and diversity of invertebrates into a practical number of groups and subsequent target species to save on costs and simplify an otherwise impossibly complex process.

Habitat type	Standard selection							Special cases, complements																
	Vascular plants	Birds	Reptiles	Amphibians	Ground and tiger beetles	Butterflies + burnets	Grasshoppers and crickets	Dragonflies	Game	Algae (special species)	Fungi	Lichens	Bats	Other small mammals	Fish	Molluscs	Crayfish	Wood inhabiting beetles	Bees	Ants	Moths	Aquatic Insects	Planaria	Spiders
Water bodies and banks	●	●	●		●	-	-	●	●	○	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	○	○	-
Agricultural land (arable fields)	●	●	-		●	-	○	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
Open habitats (incl. meadows and pastures) and forest edges	●	●	●		●	●	●	-	●	-	○	○	○	-	○	-	○	○	○	○	-	-	○	
Forests and woodland	●	●	-		●	●	-	-	●	-	○	○	○	-	○	-	○	-	○	○	-	-	○	
Buildings and caves	●	○	-		-	-	-	-	-	-	-	●	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○
(Subterranean water bodies)	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
Springs	●	-	-		-	-	-	●	-	○	-	-	-	-	●	○	-	-	-	-	-	○	○	-

● Standard concerning terrestrial impacts but without consideration of specifically listed, strongly protected species
 ○ Recommended for deeper assessment and with regard to strongly protected species of these taxa

modified after Reck 1992

Fig. 15: Beaver ladder

Single-species approaches such as this beaver ladder (still from a video recording: <http://www.20min.ch/vidotv/?vid=360568&cid=3>) are stop-gap solutions for existing structures where it is not possible to implement integrative solutions in the short term (e.g. river bottom slides with integrated ladders for fish and bank species).



Abb. 15: Bibertreppe

Einzelartenansätze wie diese Bibertreppe (Foto: verfremdeter Schnappschuss aus der Videoaufnahme: <http://www.20min.ch/vidotv/?vid=360568&cid=3>) sind Notlösungen an Bestandsbauwerken, wenn es kurzfristig keine Möglichkeit gibt, integrative Lösungen (z.B. Sohlgleiten mit integrierten Aufstiegshilfen für Fische sowie für Uferarten) umzusetzen.

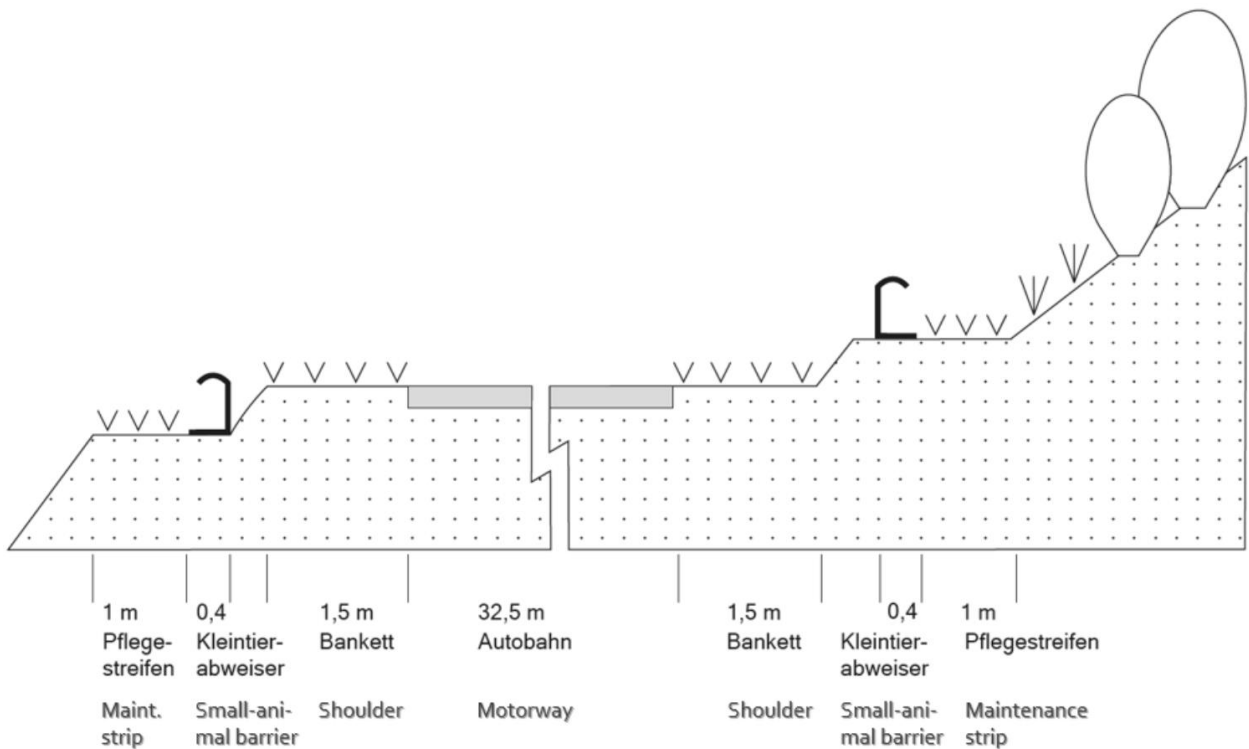


Abb. 16: Pflegebermen zur Integration von Kleintierabweisern in Böschungen

Die "ebene" Pflegeberme (Pflegestreifen) ermöglicht das notwendige Mähen und sie verhindert Unterspülungen.

Fig. 16: Maintenance terraces for the integration of small-animal barriers into slopes, see Fig. 2 for key

The 'flat' maintenance terrace (maintenance strip) allows mowing as necessary and prevents the ground from being washed away under the fence.

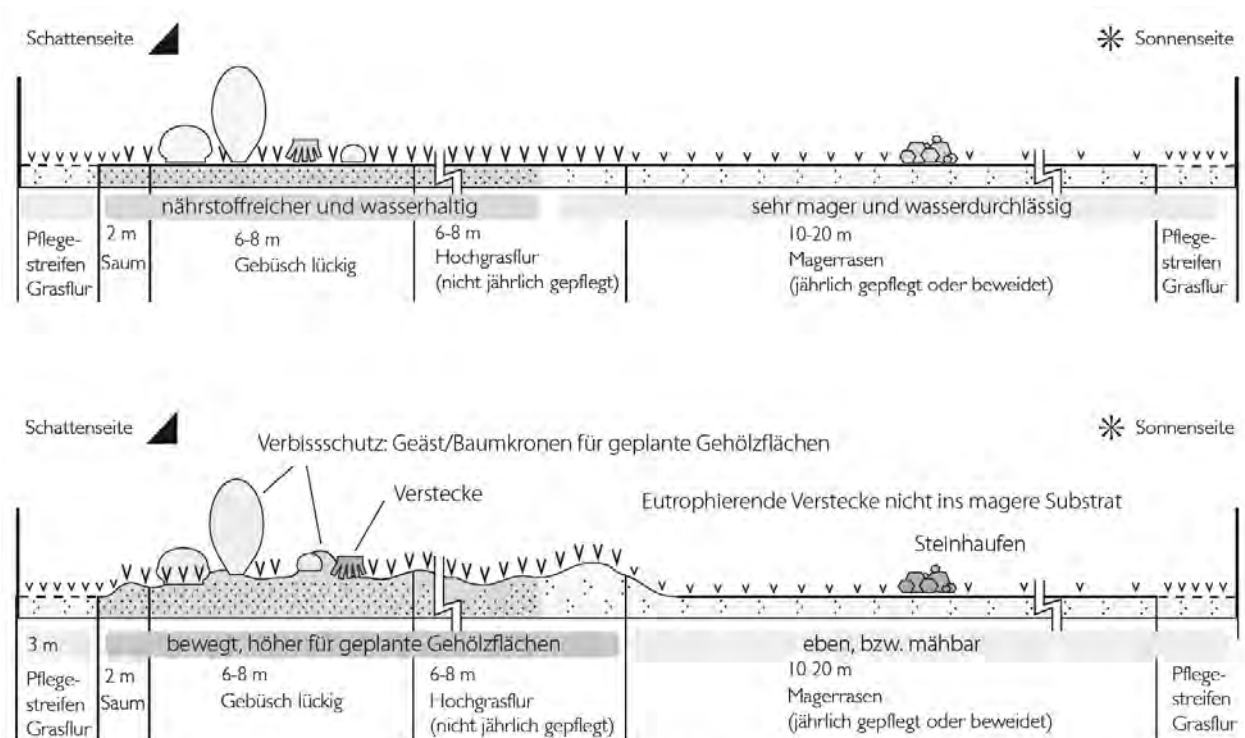
Bodenoberfläche: Substrate und Relief von Grünbrücken und Unterführungen

Für Großtiere, Eidechsen sowie Amphibien und sonstige Kleintiere der Magerrasen und Heiden sind schmale(!) Streifen festen, vegetationsarmen Bodens (als Lauffläche) neben großflächig unverdichteten Böden mit reicherer, aber dennoch nicht zu dichter Vegetation förderlich. Sofern Waldlebensräume überführt werden, soll die Bodenoberfläche im zentralen Kernbereich unter den Gehölzen weitgehend frei von Bodenvegetation sein [ausschließlich durch Beschattung – nicht durch Trockenheit(!), d.h. durch ein weitgehend geschlossenes Kronendach einer mehrreihigen Strauchschicht]. I.d.R. müssen sowohl Arten, die sich vegetations- oder strukturgebunden ausbreiten, überführt werden als auch Arten, die in größerer Zahl v.a. auf schütter bewachsenen, vegetati-

onsarmen oder -freien Flächen wandern. Dementsprechend sind dann unterschiedliche Substrate erforderlich.

Pflegestreifen und Teile von ggf. zu überführenden Magerrasen und Wiesen sollten eben gestaltet werden (Mähbarkeit), während außerhalb der mähbaren Bereiche Bodenunebenheiten das Standortsspektrum und damit die Lebensraumvielfalt und die Wirksamkeit von Querungshilfen erhöhen.

Besonders zu beachten ist das Relief- und Substratmanagement entlang von Zäunungen, denn nicht nur die Vegetation, sondern auch Erosionsvorgänge werden vom Substrat beeinflusst. Der Substrat- und v.a. der Reliefaufbau bestimmen, ob in Hanglagen Zäunungen unterspült und damit unwirksam werden.



Oberflächengestaltung: Bodenunebenheiten (schematisch, überhöht)

Abb. 17: Vernetzung im Offenland, Substrate und geeignete Oberflächengestaltung (Schemata!); Legende s. Abb. 2

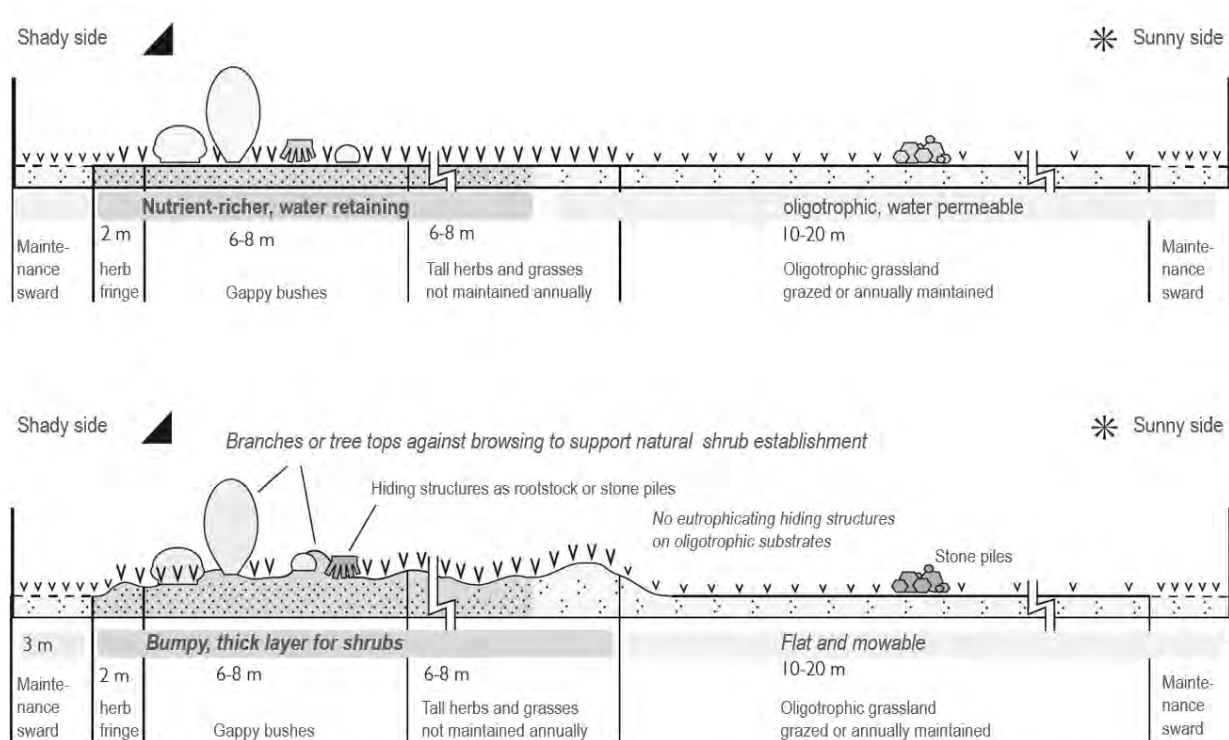
Ground surface: substrates and relief of green bridges and underpasses

For large animals, lizards, amphibians and other small animals of oligotrophic grassland and heathlands, narrow strips of firm, vegetation-poor soil (for them to walk on) alongside large areas of uncompacted soils with richer, but nevertheless not excessively dense vegetation are beneficial.

Where woodland habitats are included on overpasses, the ground surface in the central core area under the woody plants is to be largely free of ground vegetation (which is to be ensured exclusively by the provision of shade – not by keeping the soil dry, i.e. with a largely closed canopy formed out of a shrub layer built up in several rows).

As a rule, it is essential to cater both for species whose dispersal is tied to vegetation or particular structures and for species that migrate in large

numbers on sparsely covered, vegetation-poor or vegetation-free ground above all. Accordingly, different substrates are then required. Maintenance strips and parts of the oligotrophic grasslands and meadows that may be created on overpasses should be landscaped to be flat (so they can be mowed), while uneven ground outside the mowable areas increases the spectrum of conditions at a site, and therefore the habitat diversity and effectiveness of the wildlife crossing. Particular attention is to be paid to relief and substrate management along fences, for it is not only vegetation, but erosion processes too that are influenced by the substrate. The make-up of the substrate and above all the features of its relief determine whether the ground is washed out from under fences in sloping locations and they therefore become ineffective.



Surface landscaping: Bumpy, uneven ground on subareas is important (schematic, superelevated)

Fig. 17: Linking habitats in open land, substrates and suitable surface landscaping (schematic), see Fig. 2 for key

Anforderungen an die Substrattypen, die Substrathöhe und die Wasserversorgung

Das Substrat und die Substrathöhe müssen für die gewählte Vegetation bzw. die Ziel-Lebensräume geeignet sein. Das Substrat bestimmt die Funktionsfähigkeit von Querungshilfen!

Mit gutem Substratmanagement lässt sich die Vegetation, der Pflegeaufwand und damit die Nachhaltigkeit von Maßnahmen sehr stark beeinflussen. Eine Pflege gegen die Bodenbedingungen ist nur in engen Grenzen möglich. Das heißt, dass Fehler beim Substratmanagement die Funktion von Querungshilfen gefährden und ein teures Nachsteuern verursachen.

Es sind 2 Gegensätze zu vereinbaren:

- Für Kraut- und Grasfluren auf Überführungen und im Zugangsbereich von Unterführungen wird fast immer nährstoffarmes, wasserdurchlässiges Substrat benötigt.
- Für Gehölze, manche Hochstaudensäume und in Unterführungen wird meistens etwas nährstoffreicheres sowie wasserspeicherndes Substrat benötigt.

Eine in der Mehrzahl der Fälle zielführende Substratwahl ist also, im Bereich zu überführender Gehölze wasserspeicherndes und nährstoffreicheres Substrat zu verwenden und in allen anderen Bereichen, insbesondere zur Überführung von Magerasen, Heiden sowie von Schotter- oder Felsbiotopen, wasserdurchlässiges und nährstoffarmes Substrat.

Eutrophes Substrat soll grundsätzlich vermieden werden. Kleinflächig linear ist Substratverdichtung förderlich (siehe „Bodenoberfläche“, aber auch weil lokale Staunässe die Vegetations- und Strukturvielfalt erhöht). Großflächig muss Bodenverdichtung aber vermieden werden.

Die Substrathöhe (oberhalb einer ggf. erforderlichen Drainschicht) soll

- für krautige Vegetation, Stauden oder Heide ca. 30 cm,
- für Sträucher und kleine Bäume in Gebieten mit jährlichen Niederschlagssummen von durchschnittlich mehr als 500 mm ca. 60 cm und
- für Gehölze in trockeneren Gebieten ca. 80 cm nicht unterschreiten.

In Unterführungen muss zusätzlich auf ausreichende Wasserversorgung geachtet werden: Künstliche Sperrschichten zum Grundwasser bzw. Uferfiltrat müssen vermieden werden und bei niedrigem Grundwasserstand muss ggf. Drainagewasser zugeleitet oder anderweitig bewässert werden.

Amphibiendurchlässe dürfen keine staubtrockene Laufsohle haben; sie sollten wenig Raumwiderstand bieten aber dennoch Verstecke aufweisen (zumindest im nahen Zugangs- und im Eingangsbereich).

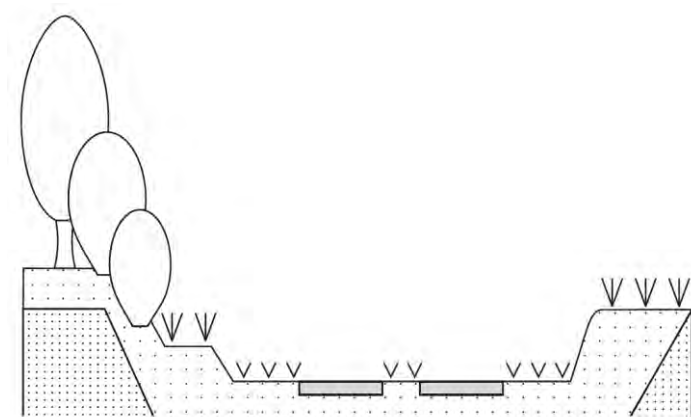


Fig. 18: Two-track road, substrates and substrate depths on the grass shoulders of an overpass carrying an agricultural road

Supraelevated depiction; widely spaced dots = oligotrophic substrate; closely spaced dots = water-bearing, nutrient-rich substrate; schematic plan without barrier layer and drainage installations to protect the structure.

Abb. 18: Spurstreifen, Substrate und Substrathöhen in Grünbanketten einer Wirtschaftswegeüberführung

(stark überhöhte Darstellung; weite Körnung = Magerasensubstrat, enge Körnung = wasserhaltendes, nährstoffreicheres Substrat; Prinzipskizze ohne Sperrschicht und technische Drainage zum Schutz des Bauwerks).

Requirements concerning substrate types, substrate depth and water supply

The substrate and the substrate depth must be suitable for the chosen vegetation and/or the target habitats. The functionality of wildlife crossings is determined by their substrates.

The vegetation, the amount of effort involved in maintenance and therefore the sustainability of the measures taken can be influenced a very great deal by appropriate substrate management. Maintenance against the ground conditions is only possible within narrow limits. This means errors in substrate management endanger the functioning of wildlife crossings and entail expensive follow-up measures.

Two conflicting concerns are to be reconciled:

- Nutrient-poor, water-permeable substrate is almost always required for herbaceous stands and grass swards on overpasses and the approaches to underpasses.
- Rather more nutrient-rich, water-retaining substrates are mostly required for woody plants, some tall herbaceous fringes and in underpasses.

Water-retaining, nutrient-richer substrate, an expedient choice in the majority of cases, is therefore to be used in areas where woody plants are to be placed, while water-permeable, nutrient-poor substrate is to be used in all other areas, in particular for the creation of oligotrophic grassland, heathlands and gravel or rock biotopes.

Eutrophic substrate is to be avoided as a matter of principle.

Small linear areas of compacted substrate are beneficial (see 'Ground surface', but also because local waterlogging increases the diversity of vegetation and structures). However, large expanses of compacted soil must be avoided.

The substrate depth (above any drainage layer that may be required) is not to be less than

- approx. 30 cm for herbaceous vegetation, shrubs or heather,
- approx. 60 cm for shrubs and small trees in areas with average total annual precipitation of more than 500 mm, and
- approx. 80 cm for woody plants in dry areas.

In underpasses, attention must additionally be paid to a sufficient supply of water: artificial barrier layers that keep out groundwater and/or bank-filtered water must be avoided, and drainage water may have to be channelled in or the substrate irrigated in some other way where there is a low groundwater table.

Amphibian passages must not have dusty, dry floors for the animals to make their way on; they should offer little spatial resistance but nevertheless feature hiding places (at least on the immediate approaches and in the entrance area).

bzw. Tümpeln im Zugangsbereich der Querungshilfe verwendet werden. Dies führt zu weiten Standortgradienten und dient z.B. Amphibien als Trittsteinbiotop oder attrahiert Großsäuger.

Drainagen von Überführungsbauwerken als Lebensraumpotential

Unterhalb einer Durchwurzelungssperre ist auf Überquerungen meist eine Drainageschicht erforderlich. Das abgeleitete Drainagewasser sollte, wenn möglich, zur Speisung von Tränken

Habitat potential of water drained from overpass structures

Underneath a root penetration barrier, a drainage layer is mostly required on overpasses. If possible, the discharged drainage water should be used to feed watering places and/or ponds

on the approaches to the wildlife crossing. This gives rise to wide site gradients and, for example, offers amphibians a stepping-stone biotope or attracts large mammals.



Abb. 19: Drainagetümpel als Tränke und Laichgewässer
 Mittlerweile hat sich der dargestellte Tümpel an der Grünbrücke Kiebitzholm zu einem Reproduktionsbiotop des streng geschützten Kammolchs und weiterer Amphibienarten entwickelt. *Foto B. Schulz*

[Fig. 19: Drainage pond as watering place and spawning ground](#)

The pond on the Kiebitzholm Green Bridge that is depicted has now developed into a reproduction biotope for the strictly protected great crested newt and other amphibian species. *Photo: B. Schulz.*

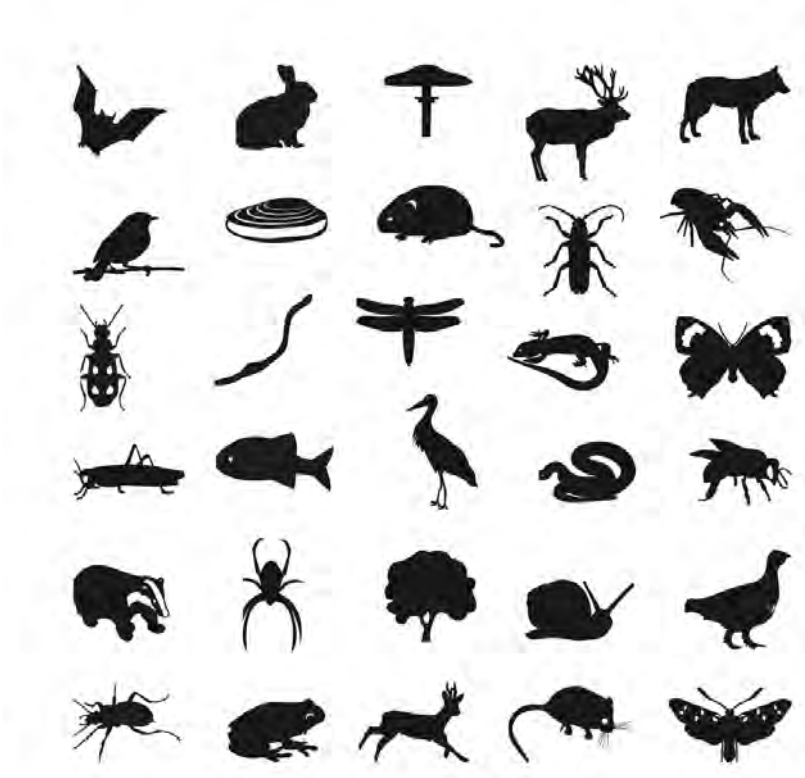
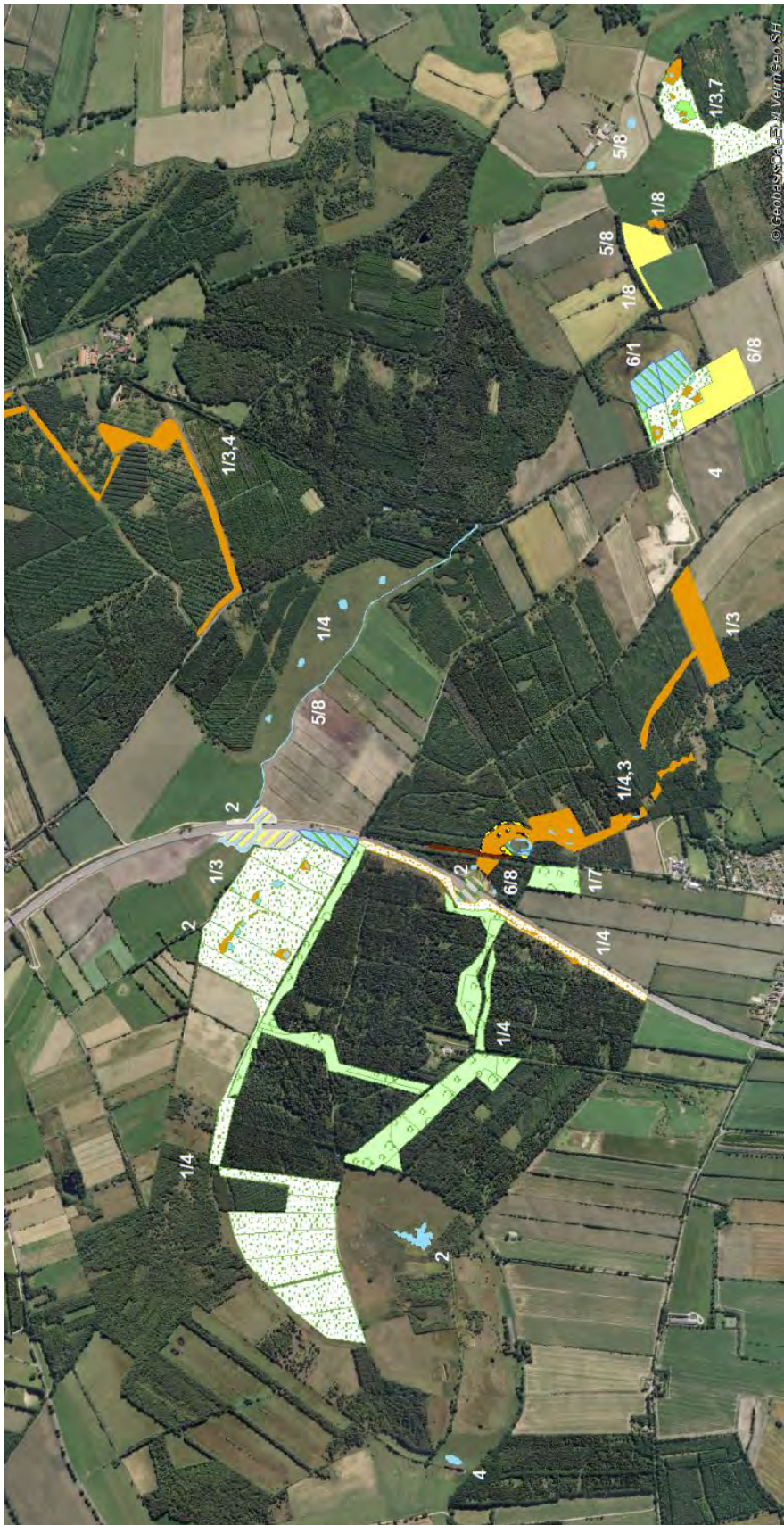


Abb. 20: Arten, die oft sehr unterschiedliche Anspruchstypen repräsentieren
 Bis auf wenige, spezielle Ausnahmen müssen Querungshilfen für alle zerschneidungsempfindlichen Populationen jeweils erheblich betroffener Lebensräume und Lebensraumnetze funktionieren.

[Fig. 20: Species representing different demands on de-fragmentation](#)

Apart from a few, special exceptions, wildlife crossings have to function for all fragmentation-sensitive species of significantly affected habitats and habitat networks. As a rule, it must be possible for multi-functional wildlife crossings to be used by the most various species of one or several affected ecosystem types.



Übersicht zu Wiedervernetzungsmaßnahmen verschiedener Träger von 2005 bis 2012 (Gebietsausschnitt)

	Gewässeranlage und -renaturierung		Naturwaldentwicklung		Weidelandchaft
	Waldrandoptimierung, sowie		Waldauflichtung		Sukzession
	Substratmanagement und Auflichtung		Rückbau (Asphalt- zu Erdweg)		Grünbrücke
	Optimierung von Verkehrsbegleitgrün		Artenschutzäcker		Regenwasserrückhaltebecken und Brandausverlegung

Maßnahmen gefördert/umgesetzt durch:
 1) Bundesamt für Naturschutz 2) Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr
 3) Stiftung Naturschutz 4) Schleswig-Holsteinische Landesforsten
 5) Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
 6) Kreis Segeberg 7) Gemeinde Negenbötzel 8) Vereine, Private

Monitoring und Begleituntersuchungen gefördert durch:
 Bundesamt für Naturschutz
 Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr S-H
 Bundesanstalt für Straßenwesen

Monitoring und Kartografie:
 AG Reck am Institut für Natur- und Ressourcenschutz,
 Abteilung Landschaftsökologie, CAU Kiel

Grundlage:
 Luftbild DOP20, 2009
 LVermGeo SH 2011
 Kartografie: H. Nissen

0 125 250 500 Meter

N

HOLSTEINER
LEBENSRAUM
KORRIDORE

Abb. 21: Praxisbeispiel zur Umfeldgestaltung und Hinterlandanbindung – Erläuterungen siehe Seite 90
 Die Lebensraumqualität im Umfeld von Querungshilfen bzw. die Umfeldgestaltung und Hinterlandanbindung bestimmen maßgeblich deren Funktionsfähigkeit. Die dargestellten Maßnahmen (Umfeld- und Begleitgrügestaltung sowie Hinterlandanbindung) vermitteln zwischen nicht gesondert hervorgehobenen Bestandsbiotopen, die im Beispielgebiet überwiegend in FFH-Gebieten liegen; vgl. Natur und Landschaft 88 (12)

Anforderungen an die Besonnung

Der Schattenwurf hat erheblichen Einfluss auf die Lebensraumqualitäten auf Überführungen und in Unterführungen. Deshalb müssen Sonnen- und Schattenseite bei der Gestaltung der Querungshilfen und bei der Gestaltung ihrer Zugangsbereiche beachtet werden. Gehölze gehören i.d.R. auf die Schattenseite*. In Abhängigkeit von z.B. der Lage zuführender Waldflächen oder aus anderen Gründen müssen Gehölze im Einzelfall jedoch anders platziert werden.

Weil viele Arten dunkle Durchlässe meiden, muss immer:

- Licht bzw. Helligkeit am Ausgang von Durchlässen erkennbar sein und
- der Portalbereich sehr hell gestaltet werden.

Mindestanforderung für Fauna- oder auch Gewässerunterführungen in überörtlich bedeutsamen Lebensraumnetzen ist, dass krautige Pflanzen (zumindest spärlich) noch in der Mitte eines Durchlasses wachsen können. Helle Unterführungen mit durchgängigem Pflanzenwachstum sind am besten.

* Wenn für Gehölze die Substanzmächtigkeit angehoben wird, sollen ggf. entstehende sonnenexponierte Böschungen immer gehölzfrei gehalten werden und aus nährstoffarmem Substrat bestehen.

Ggf. notwendige Deckung an Portalen (z. B. Gebüsche, Röhrichte) darf das Portal kleiner Durchlässe nicht beschatten (seitlich versetzt anbringen).

Irritationsschutzwände auf der Sonnenseite können zu Zielkonflikten führen. Die Bauwerksbreite von Grünstreifen- oder schmalen Faunabrücken muss ggf. so vergrößert werden, dass vollsonniges Epigäon (Bodenoberfläche) ermöglicht wird; u.U. können Saumstrukturen für heliophile (sonnenliebende) Arten bei schmalen Bauwerken auch „sonnseitig“ des Irritationsschutzes angelegt werden. Ob Kleintieröffnungen in Schutzwänden (das sind bodennahe Löcher bzw. Aussparungen) sinnvoll sind, hängt von deren Lage zum Verkehrsweg bzw. von zwischenliegenden Strukturen ab. Lärmschutzwände können z.B. Schottergabionen als Fundament haben, die so gefüllt oder gestaltet werden, dass sie durchlässig für Kleintiere sind. Auch können Irritationsschutz- und andere Wände, sofern sie (wie z.B. Holzbretter mit verbliebener Borke, sog. Schwarten), raue Oberflächen haben, als Lebensraumelement dienen; Mauereidechsenvorkommen bspw. lassen sich nach Neumann so vernetzen.

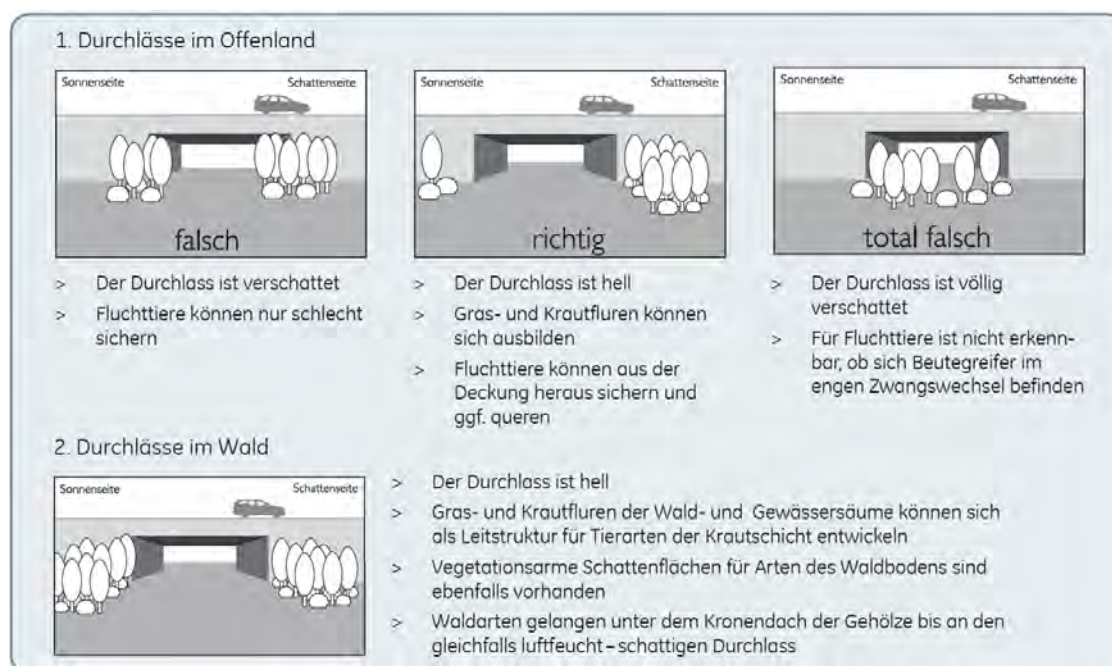


Abb. 22: Gehölze an schmalen Unterführungen, günstige und ungünstige Anordnung
Die innere Strukturierung z. B. durch Geäst, Steine und andere Verstecke bzw. hochwassersichere Bermen etc. ist hier nicht dargestellt.

Requirements concerning insolation

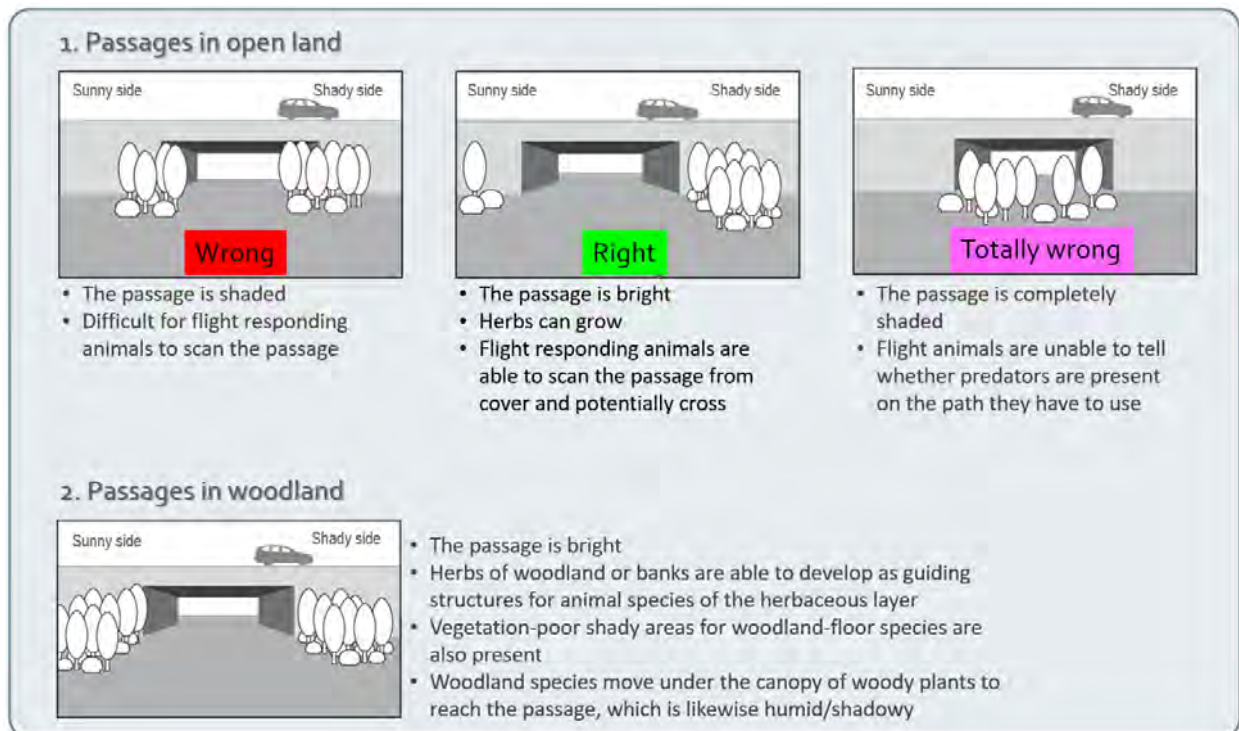


Fig. 21: Trees and bushes at narrow underpasses, favourable and unfavourable arrangements differ in woodland and in open land

The creation of structures inside underpasses, e.g. with branches, stones and other hiding places, ledges safe from flooding, etc. is not depicted here.

Shadows that are cast have a significant influence on the qualities of habitats on overpasses and in underpasses. This is why the sunny and shady sides have to be borne in mind when wildlife crossings and their approaches are being designed/landscaped. As a rule, woody plants belong on the shady side*. However, woody plants have to be placed differently in individual cases depending on, for example, the locations of wooded areas that channel animals towards the crossing or for other reasons.

Given that many species avoid dark passages:

- light and/or brightness must always be visible at the exit from a passage and
- the portal area must always be designed very brightly.

The minimum requirement for fauna underpasses and wet passages in habitat networks of supralocal significance is that herbaceous plants are still able to grow (at least sparsely) in the middle of the passage. Bright underpasses with plant growth throughout are best.

* If the depth of the substrate is increased for woody plants, sun-exposed slopes that may be created are always to be kept free of woody plants and consist of nutrient-poor substrate.

Cover that may be needed at portals (e.g. bushes, reeds) must not cast shadows on the portals of small passages (should be set back at the sides).

Distraction screens on the sunny side may give rise to conflicts between different aims. The width of the structures for bridges with vegetated strips or narrow fauna bridges may have to be enlarged so that the surface of the ground can be fully exposed to the sun; under certain circumstances, fringe structures for heliophile species (that are attracted or adapted to sunlight) are also created along the 'sunny side' of the distraction screens at narrow structures. Whether openings for small animals in protective barriers (i.e. holes and/or gaps close to ground level) are expedient depends on their location relative to the transport infrastructure and/or intervening structures. The foundations of, for example, noise screens may be broken-stone gabions, which are filled or designed in such a way that they are permeable for small animals. Distraction screens and other barriers can also serve as habitat elements as long as they have rough surfaces, for instance if they are made of wooden boards with bark left on them (slabs); common wall lizard populations can be linked up in this way, for example.



Abb. 23: Markierte Zauneidechse

Das Bild auf der nächsten Seite (Fig. 22) zeigt die ungleiche Verteilung von Zauneidechsen auf einer schmalen Grünbrücke

Brücke (Bild rechts): Erwachsene Eidechsen (große Symbole) nutzen die Beispielbrücke ausschließlich südlich, juvenile Eidechsen (kleine Symbole) überwiegend südlich von der, auf der Sonnenseite befindlichen Gabionenwand und nur dort wurden Eiablagen beobachtet (differenzierte Legende siehe Abb. 48).

Brücke und Umgebung (Bild rechts): Die juvenilen Eidechsen nutzen den südexponierten Außenstreifen (anders als den zentralen, von den Gabionen eingefassten aber strukturarmen* und weniger besonnten, mittleren Querungsbereich) genauso intensiv wie die Umgebung. Die Adulten bevorzugen diejenigen Teile des Untersuchungsgebiets, die größere Verstecke bzw. Übergangsbereiche zu höherer Vegetation oder zu Brombeergebüsch aufweisen.

Kontraproduktiv erscheinen die Überlängen der Schutzwände; sie könnten die Auftreffwahrscheinlichkeit weiterer Arten mindern.

Fotos: (Eidechse) V. Daunicht, verändert (Karte) LVerMA SH, Kartierung und kumulative Darstellung der Ergebnisse: V. Daunicht 2011 (verändert)

* Im Verlauf der weiteren Sukzession kann die Strukturvielfalt im mittigen Bereich, der für die Querungen „konstruiert“ war, noch zunehmen oder er kann optimiert werden; je nach Zielsetzung für ein Bauwerk kann es günstiger sein, zunächst ggf. pessimale Zustände zu dulden, um durch Verwendung von Magersubstraten längerfristig nachhaltige Strukturvielfalt zu ermöglichen als ad hoc durch eutrophe Böden und gärtnerische Gestaltung Zielzustände herzustellen, die aber Gefahr laufen sich in der Folgezeit durch z.B. übermäßige Vegetationsentwicklung ins Gegenteil zu verkehren. Für heliophile Arten wie die Zauneidechse ist es auf schmalen Querungshilfen aber immer problematisch verschattenden Irritationsschutz auf der sonnenexponierten Seite zu installieren.

Bepflanzung, Ansaaten und Selbstbegrünung

I.d.R. sind sehr dichte Bepflanzung und sehr dichte Ansaaten auf bzw. in Querungshilfen kontraproduktiv. Ausnahmen sind längs angeordnete Gehölze (bei Hecken werden jeweils außen dicht stehende Gehölzreihen benötigt, um einen schattigen Innenraum zu ermöglichen) und randliche Hochstaudensäume.

Der größere Teil der jeweiligen Flächen soll der Selbstbegrünung überlassen werden; Voraussetzung dafür ist die Verwendung geeigneten Substrates und das Vorhandensein von Donorpflanzen.

Sind Gehölzreihen kurzfristig erforderlich, so sollten diese zusätzlich (zur Begünstigung des Anflugs und der Keimung von Sträuchern und Bäumen aus der Umgebung) durch lokales, kleinflächiges Einbringen von lichten Geästhäufen

und/oder durch Ansaaten bzw. durch Pflanzen von Kleingruppen besonders phytophagenreicher Straucharten entwickelt werden.

In der Krautschicht fördern blumenreiche Bestände autochthoner Arten die Annahme der Querungshilfen durch Kleintiere erheblich. Verwendet werden soll ausschließlich heimisches Saatgut (keine Obergräser, nie Lupinen, Inkarnatklees und dergl.). Besonders gut geeignet ist Schnittgut aus Zielbiotopen der näheren Umgebung (partielle Mulchsaat). Ziel ist das Erreichen einer größtmöglichen, dem naturräumlichen und standortbedingten Potential angemessenen Pflanzenartenvielfalt. Weil Offenlandarten von Windschatten profitieren, sollten punktuell auch auf Offenland-Querungshilfen einzelne, konkurrenzschwache Kleinsträucher eingebracht werden.

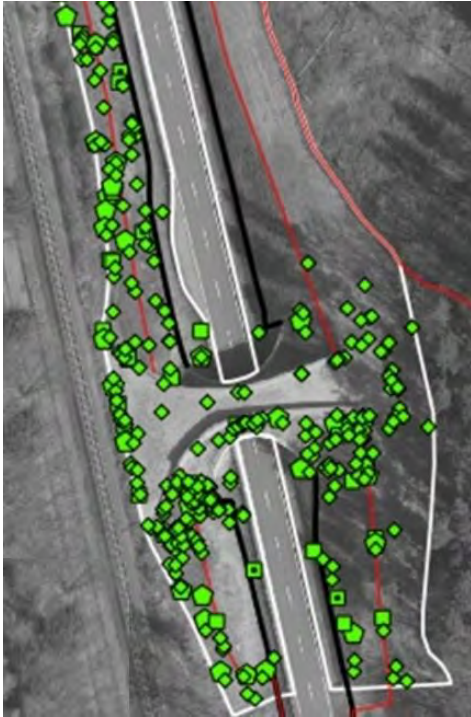


Fig. 22: Unequal distribution of sand lizards on a narrow green bridge (findings in 2011, cumulative summarization)

Bridge:

Adult lizards (large symbols) only use the bridge in this example to the south of the gabion wall located on the sunny side, juvenile lizards (small symbols) overwhelmingly use the bridge to the south of the wall, and deposition of eggs has only been observed there (differentiated key see Fig. 47)

Bridge and surrounding area:

Unlike the central area in the middle of the crossing bounded by the gabions, which is poorly structured* and exposed to less sunlight, the juvenile lizards use the outer strip that is exposed to the south just as intensively as the surrounding areas. The adults prefer those parts of the area studied that feature larger hiding places and/or transitional features leading to higher vegetation or blackberry bushes.

The extensions of the protective barriers appear to be counter-productive; they could reduce the likelihood of other species finding their way to the wildlife crossing.

Photo: Schleswig-Holstein Land Office for Surveying and Geoinformation (LVermGeo SH), mapping and cumulative graphic representation of results: Daunicht 2011 (modified).

* As the succession process continues, the structural diversity in the central area that has been 'landscaped' for a crossing may increase even further or be optimized; depending on the objective for a structure, it may be more favorable to start by tolerating pessimal conditions, using oligotrophic substrates to make sustainable structural diversity possible over the longer term rather than relying on eutrophic soils and horticultural design as an ad hoc way of achieving target statuses that, however, run the risk of turning into the opposite in the subsequent period as a result of, e.g., the excessive development of vegetation. For heliophile species such as the sand lizard, though, it is always problematic to install distraction screens that cast shade on the sun-exposed side of a narrow wildlife crossing.

Planting, seeding and spontaneous greening

As a rule, very dense planting and seeding on/in wildlife crossings are counterproductive. Woody plants arranged along a crossing (when hedges are planted, densely standing rows of woody plants are required along their outer edges in order to allow a shady inner space to be created) and marginal tall herbaceous fringes are the exceptions.

The majority of the spaces on crossings are to be left to green spontaneously; the precondition for this is the use of suitable substrates and sufficient donor plants in the surroundings.

Should rows of woody plants be required in the short term, they should be developed additionally by means of the localized placement of loose heaps of branches on small patches of the crossing and/or seeding/planting with small groups of particularly phytophage-rich shrub species in

order to encourage the dispersal of seeds by the wind, and the germination of shrubs and trees from surrounding areas.

Flower-rich stands of autochthonous species in the herbaceous layer significantly promote small animals' acceptance of wildlife crossings. Use is exclusively to be made of native seeds (no stem grasses, never lupines, crimson clover, etc.). Best are cuttings (freshly mown hay) from target biotopes in the more immediate vicinity (partial mulch seeding). The aim is to achieve the greatest-possible diversity of plant species appropriate to the potential of the natural landscape and the crossing's location. Since open-land species benefit by being sheltered from the wind, some single, less competitive small shrubs should be introduced at certain points on open-land wildlife crossings as well.

Vegetationsstruktur, Verstecke, sonstige Gestaltung und Verbisschutz

Waldarten

Viele Waldarten benötigen auf Überführungen lückenarme, allenfalls kleinräumig durchbrochene Gehölzbänder (vgl. aber Kap. „Durchdringungsbereiche“), um in größerer Anzahl auf und über Querungshilfen zu gelangen. In Unterführungen brauchen sie Verstecke. Waldböden sind förderlich und die Krautschicht unter dem Kronendach soll allenfalls spärlich ausgebildet sein (im Saum jedoch dichter).

Genauso viele Waldarten (insbesondere viele der flugfähigen aber flugschwachen Arten, die breite Offenlandbiotopie i.d.R. nicht queren) breiten sich entlang der Waldsäume und insbesondere entlang blumenreicher Säume aus. Für diese Arten sind ein Hochstaudensaum sowie ein blumenreicher Kraut- und Grassaum auf der Sonnenseite von Gehölzreihen erforderlich (Substratgradient!).

Arten von Waldlichtungen haben ähnliche Ansprüche wie Offenlandarten und sie profitieren von Windschatten oder benötigen solchen. Dementsprechend ist eine unregelmäßige (eingebuchtete) Gehölzanlage erforderlich. In der Praxis genügen einzelne vorgepflanzte und dicht belaubte Büsche. Um eine dichte Krautschicht im Kernbereich (im Innenbereich) von Gehölzstreifen zu vermeiden, werden 4 Zeilen Großsträucher und je 1-3 Zeilen Kleinsträucher sowie randliche Hochstaudensäume empfohlen.

Sofern ein Kronenschluss (von Großsträuchern) binnen kurzer Zeit erreicht werden soll, ist anfänglich (temporär) ein verwitterungsfähiger Verbisschutz für Gehölze erforderlich, weil erfolgreiche Querungshilfen stark verbissen werden. Dieser muss selbstverständlich im Zugangsbereich unterbrochen sein, um die Querungshilfe nicht abzusperren. Als Verbisschutz sind u.a. lockere Asthaufen oder Wipfel von Bäumen, die für den Straßenbau gefällt werden mussten, geeignet. Bei sehr schmalen Querungshilfen und/oder strukturarmen Grünstreifen können Leitelemente platzsparend mit Deckungselementen kombiniert werden, um die Wirksamkeit zu erhöhen (siehe Kapitel „Kostenreduktion durch Grünstreifenbauwerke“).

Arten von Offenlandlebensräumen

Für Arten von Offenlandlebensräumen sollten die Flächenanteile mit lückiger Vegetation deutlich überwiegen, weil die Vegetationsdichte entscheidend für die Wirksamkeit der Querungshilfen ist.

Saum- und Offenlandarten in kleinen Unterführungen

Weil die notwendige Biotopqualität in kleinen Unterführungen nur ungenügend herstellbar ist, sind besondere Anforderungen an die Umfeldgestaltung (unmittelbares Heranführen), an die Erkennbarkeit der Durchgängigkeit (Licht) und an ausreichende Bewässerung (nahezu durchgehende, zumindest schütterere Krautschicht) zu stellen. Sehr kleine Durchlässe können den Ansprüchen relevanter Offenlandarten der Krautschicht nie in vollem Umfang genügen.

Kleine Waldarten in dunklen Unterführungen

Dunkle Unterführungen können kleinklimatisch Waldinnenräumen entsprechen und dann ist es nicht zwingend erforderlich, dass durchgehend belaubte Gehölze vorhanden sind. Dennoch ist zumindest die Anlage von Verstecken bzw. von lockeren Asthaufen nötig um Bilchen und anderen Kleintieren die Annahme zu erleichtern.

Arten der (Fließ-)Gewässer und Ufer

Entscheidend für diese Arten ist die Erkennbarkeit der Durchgängigkeit (Licht, s.o.). Die wasserlebenden Arten, insbesondere Fische, benötigen Strömung und Strömungshindernisse (Verstecke im Gewässer und im Uferbereich wie z.B. Wurzelstöcke, Baumstubben, Geäst oder ggf. große Steine, Auskolkungen und/oder Uferbereiche mit verminderter Fließgeschwindigkeit) und eine grabbare, möglichst raue Sohle (entsprechend dem natürlichen Substrat).

Bei den Uferarten und bei Arten, die im Wasserkörper entlang der Ufer wandern, sind 2 Typen zu unterscheiden:

(1) Arten dynamischer Ufer wie z. B. der flugunfähige Kiesbankgrashüpfer oder Sumpfgrielen profitieren je nach Gewässertyp und Art erheblich von Schlamm-, Sand-, oder Kiesbanketten (sie wandern wie viele der Waldarten auf unbewachsenen Flächen). In der Konsequenz müssen ggf.

notwendige Uferbefestigungen in Durchlässen oberhalb der Mittelwasserlinie angelegt werden, so dass sich bei normalem Wasserstand ein Uferbankett mit natürlichem Substrat ausbilden kann. Selbst nachträglich eingebrachte Kunstbermen (Otterbermen) können für viele weitere Arten (d.h. zumindest für nachtaktive Arten sowie für Arten dunkler Biotope) nutzbar gemacht werden, wenn anstehendes Substrat verwendet wird, dieses über längere Zeiträume feucht gehalten werden kann und ein barrierefreier Übergang zum außen angrenzenden Ufer geschaffen wird.

Weitere Arten wie die Wasserspitzmaus, Molche und viele Laufkäfer profitieren zusätzlich von Verstecken wie Wurzelstöcken oder Steinen).

(2) Arten vegetationsreicher Ufer, bzw. Arten von Röhrichten wie die *Kurzflügelige Schiefkopfschrecke* oder der *Sumpfgrashüpfer*, wandern dagegen oft in oder zwischen der Vegetation; deshalb muss zusätzlich das Wachstum von Hochstauden oder Röhrichten oder Weidengebüschen ermöglicht werden.

Intermediär verhalten sich z.B. die stark gefährdeten und z.T. streng geschützten, flugunfähigen Großlaufkäfer *Carabus clathratus* oder *C. menetriesi*.

Als Gestaltungsprinzip gilt, dass Durchlässe immer möglichst hoch und immer mit naturnaher Ufergestaltung sowie breiten Nebenflächen gestaltet werden sollten, damit sie von einem weiten Artenspektrum (Fledermäuse, Marder, Amphibien, Laufkäfer etc.) nutzbar sind.



Fig. 23: Poor design of water course passages

The poor design of water passages hinders or prevents re-linking. – Too many structures thoughtlessly waste great potential.

Abb. 24: Falsche Gestaltung von Gewässerdurchlässen

Die falsche Gestaltung von Gewässerdurchlässen be- und verhindert Wiedervernetzung. - Zu viele neue Bauwerke verschenken gedankenlos große Potentiale. Foto: M. Henneberg

Vegetation structure, hiding places, other landscaping and protection against browsing

Woodland species

If they are to make their way onto wildlife overpasses in larger numbers, many woodland species require corridors of woody plants without larger gaps (however, cf. 'interpenetration areas'). In underpasses, they need hiding places. Woodland soils are beneficial, and the herbaceous layer under the canopy is to be sparsely developed at most, though more densely at the fringes.

Just as many woodland species (in particular, many of the species that are capable of flying, but weak fliers, which do not usually cross wide open-land biotopes) disperse along woodland fringes, flower-rich fringes especially. Tall herbaceous fringes, and flower-rich herbaceous and grassy fringes along the sunny sides of e.g. hedges are required for these species (substrate gradient).

Species of woodland clearings have similar needs to open-land species, and they benefit from or require shelter from the wind. Accordingly, an irregular arrangement of shrubs or trees (with inlets) is required. In practice, a few bushes with dense foliage planted in front of the shrub line are sufficient. Four lines of large shrubs, one to three lines of small shrubs and marginal tall herbaceous fringes are recommended in order to prevent a dense herbaceous layer growing in the core area (interior) of a strip of woody plants.

Where a canopy (of large shrubs) is to be grown within a short period, protection against browsing is initially (temporarily) because successful wildlife crossings are heavily browsed. This protection must of course be intermittent on the approaches in order not to block off the wildlife crossing. Among other things, loose piles of branches or the tops of trees that have had to be felled during the construction of a road are suitable as protection against browsing. At very narrow wildlife crossings and/or poorly structured vegetated strips, guiding elements can be combined space-savily with elements of cover in

order to increase their effectiveness (see 'Cost reductions thanks to structures with vegetated strips: the optimisation of joint-use structures, in particular underpasses combined with roads').

Species of open-land habitats

For species of open-land habitats, the properties of ground with sparse vegetation should clearly predominate because vegetation density is decisive for the effectiveness of wildlife crossings.

Fringe and open-land species in small underpasses

Given that the requisite biotope quality can only be achieved to an inadequate extent in small underpasses, particular requirements are to be placed on the landscaping of the surrounding areas (direct channelling of animals), the visible signs that the crossing is passable (light) and sufficient irrigation (at least a thin herbaceous layer, almost throughout). Very small passages can never entirely satisfy the needs of all relevant open-land species of the herbaceous layer.

Small woodland species in dark underpasses

Dark underpasses can have a microclimatic resemblance to the enclosed spaces within woodlands, and then it is not absolutely essential for foliate woody plants to be present throughout. Nevertheless, it is necessary to at least introduce hiding places and/or loose heaps of branches (in order to facilitate acceptance by dormice and other small animals).

Species of (flowing) waters and banks

What is decisive for these species is that they are able to tell whether a passage is passable (light, see above). Aquatic species require a current and obstacles that break up that current (hiding places in the water and by the banks, e.g. rootstocks, tree stumps, branches or large stones, scour pools and/or bank areas where the water flows at reduced speeds), as well as a bed that can be dug and is as rough as possible (and resembles the natural substrate).

When it comes to bank species and species that migrate along the banks in a water body, two types are to be distinguished:

(1) Depending on the type of water and species, species of dynamic banks such as the flightless gravel grasshopper or marsh crickets benefit significantly from mud, sand or gravel terraces (like many of the woodland species, they migrate on unvegetated ground). In consequence, it may be necessary for bank reinforcements to be installed above the mean waterline in passages so that a terrace can form with natural substrate at normal water levels. Even retrofitted artificial ledges (otter ledges) can be made usable for many other species (i.e. at the least, nocturnal species and species of dark biotopes) if natural substrate is used, it can be kept moist over longer periods of time and a barrier-free transition to the adjoining bank outside the passage is created. Further species such as the water shrew, newts and many

ground beetles benefit additionally from hiding places such as rootstocks or stones.

(2) By contrast, species of vegetation-rich banks and/or species that live on reeds such as the *short-winged conehead* or the *marsh-meadow grasshopper*, often migrate on or between vegetation; for this reason, it must be made possible for tall herbs, reeds or willow bushes to grow as well.

Intermediate behaviour is exhibited by, for example, the severely endangered and in some places strictly protected, flightless large ground beetles *Carabus clathratus* and *Carabus menetriesi*.

The principle to be applied is that passages should always be designed to be as high as possible, and always with near-natural bank landscaping and broad areas alongside the water so that they can be used by a wide spectrum of species (bats, martens, amphibians, ground beetles, etc.).

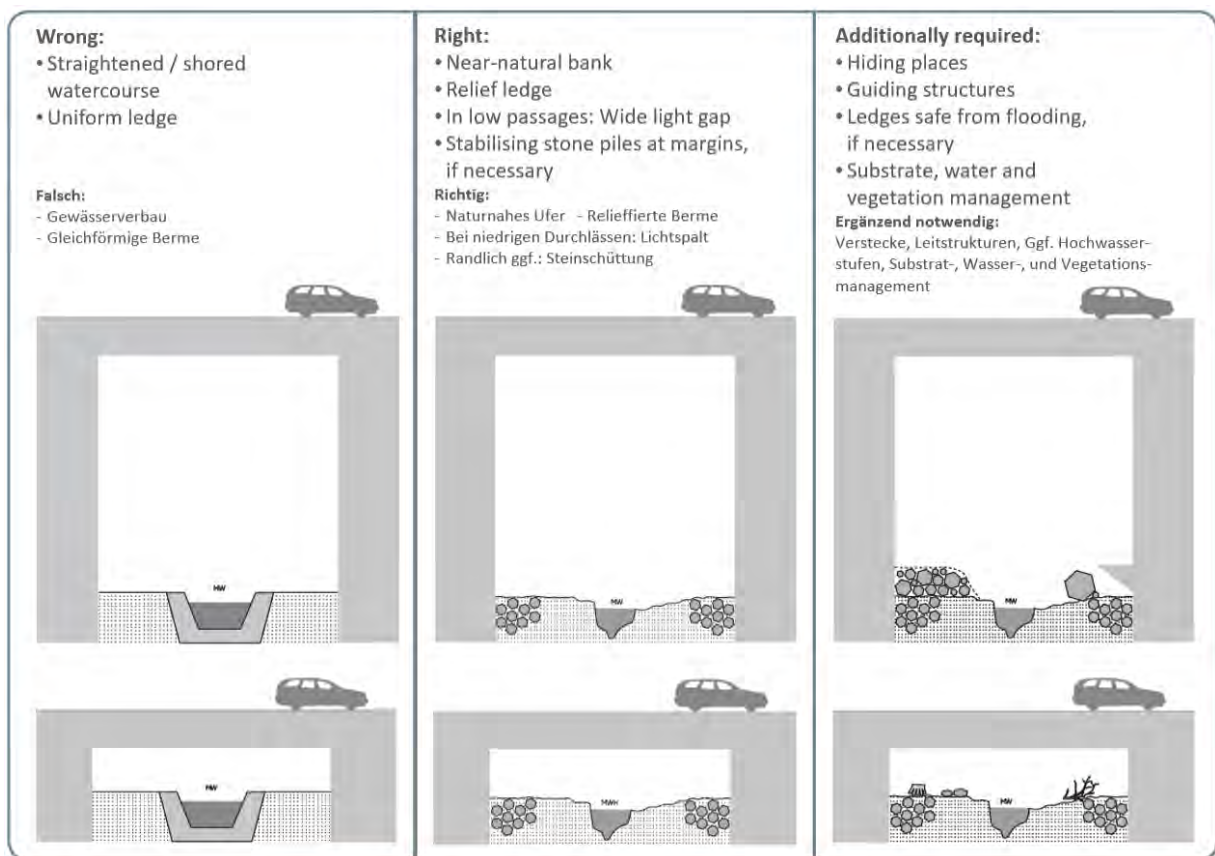


Abb. 25: Einbettung von Fließgewässern in Unterführungen

Fig. 24: Embedding of flowing waters in underpasses

Totholz- und Lesesteinhaufen, Tümpel und weitere Strukturen

Verstecke und sonstige Kleinstrukturen fördern generell die Nutzung von Querungshilfen. Totholzhaufen aus Schwachästen (bis ca. 20 cm Durchmesser) können aber Keimzellen für eine Gehölzentwicklung sein und, wegen ihrer vergleichsweise schnellen Zersetzung, Nährstofflieferant. Deswegen sollten sie nur in Bereichen ausgebracht werden, in denen dichtere Vegetation erwünscht ist. Tümpel im Zugangsbereich und im Umfeld von Querungshilfen, sofern sie

keine Sperrwirkung entfalten (Lage und Dimension beachten), sowie ggf. zeitweilig Wasser führende, verdichtete kleine Vertiefungen an/auf/unter Querungshilfen erhöhen, wenn sie gebietstypisch sind, die Wirksamkeit von Querungshilfen erheblich.

Generell ist die Ausstattung der Querungshilfen an den ortsspezifischen Zielen zu orientieren, eine unbegründete „Landschafts-Möblierung“ ist zu unterlassen.

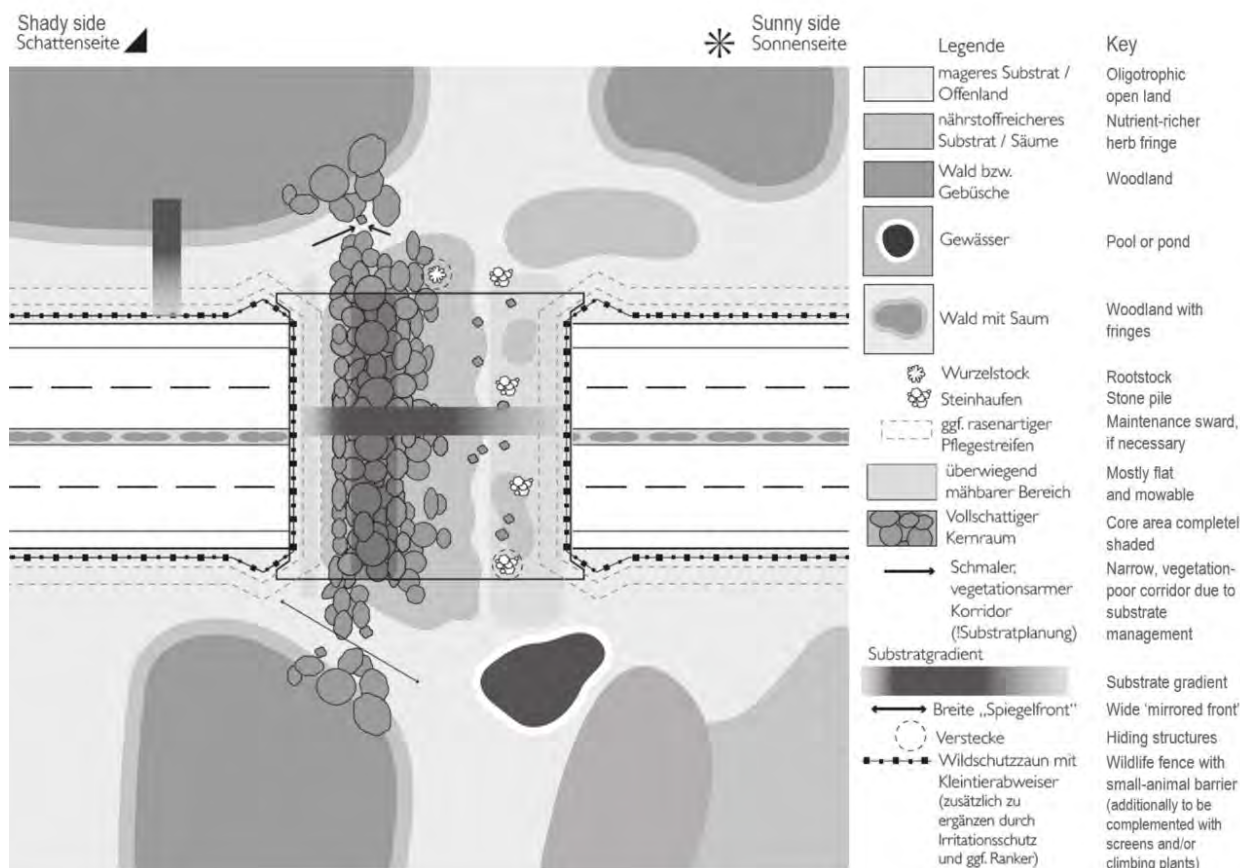


Abb. 26: Anordnung von Strukturen und Substraten an Gradienten

Sowohl die Besonnung als auch die Lage heranführender Lebensräume müssen bei der Anordnung von z.B. Gehölzen und bei der Platzierung jeweiliger Substrate und Strukturelemente berücksichtigt werden; ggf. ist abzuwägen, was fallspezifisch das wichtigste Lagekriterium darstellt.

Fig. 25: Arrangement of structures and substrates along gradients

Both the levels of insolation and the locations of habitats that channel animals towards a crossing must be taken into consideration when it comes to the arrangement of e.g. woody plants, and the placement of relevant substrates and structural elements; it may have to be weighed up what represents the most important criterion for the location of such features in the specific case.

Piles of dead wood or stones, ponds and other structures

Hiding places and other small structures generally promote the use of wildlife crossings. However, piles of dead wood consisting of thin branches (up to approx. 20 cm diameter) can be germ cells for the development of woody plants and, due to their comparatively rapid decomposition, nutrient suppliers. For this reason, they should only be put out in areas in which denser vegetation is desired.

Ponds on the approaches to wildlife crossings and in the surrounding areas, as long as they do not

start to block animal movements (pay attention to their location and dimensions), and compacted small depressions that may temporarily hold water at/on/under wildlife crossings significantly increase crossings' effectiveness if they are typical of the area.

Generally, the layout of wildlife crossings is to be oriented towards specific local aims, while the unjustified installation of 'landscape furniture' is to be avoided. See Fig. 25

Further landscaping principles

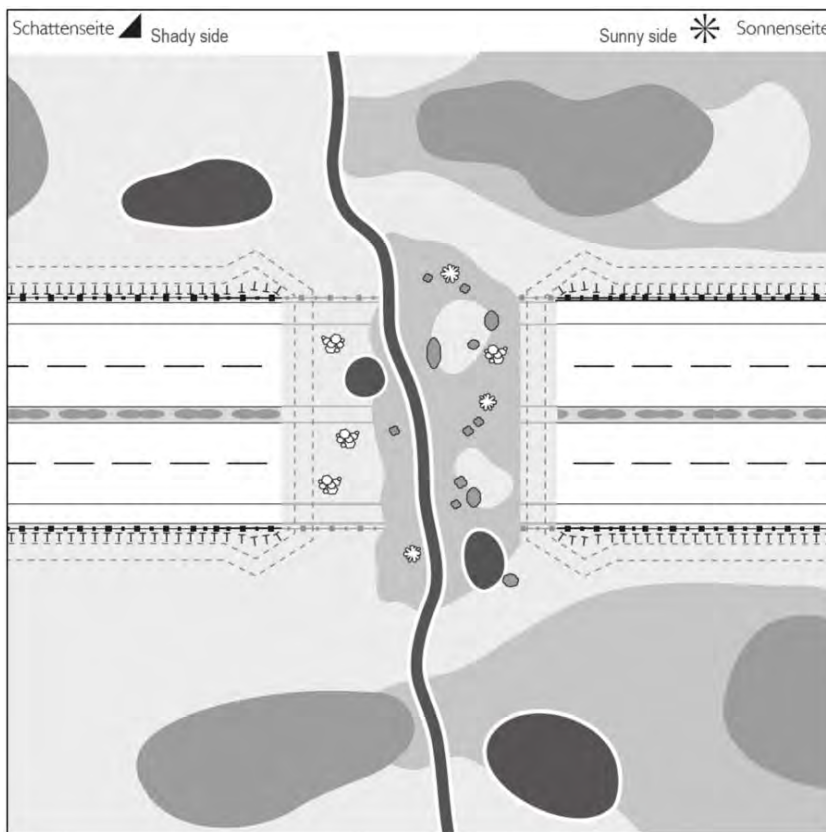


Fig. 26:
Landscaping principles for water course passages in open land

Herbaceous layer: Oligotrophic locations along the side with the greatest possible insolation.
Ponds: The creation of small waters on the approaches to crossings increases their attractiveness and, in particular, their effectiveness at linking amphibian populations (pay attention to location and, potentially, conflicts between different goals).

Abb. 27: **Gestaltungsprinzipien für Gewässer-Unterführungen im Offenland**

Krautschicht: Magerstandorte auf der Seite mit größtmöglicher Sonneneinstrahlung

Tümpel: Die Anlage von Kleingewässern im Zugangsbereich erhöht die Attraktivität und insbes. die Wirkung für die Vernetzung von Amphibienpopulationen (Lage und ggf. Zielkonflikte beachten!).

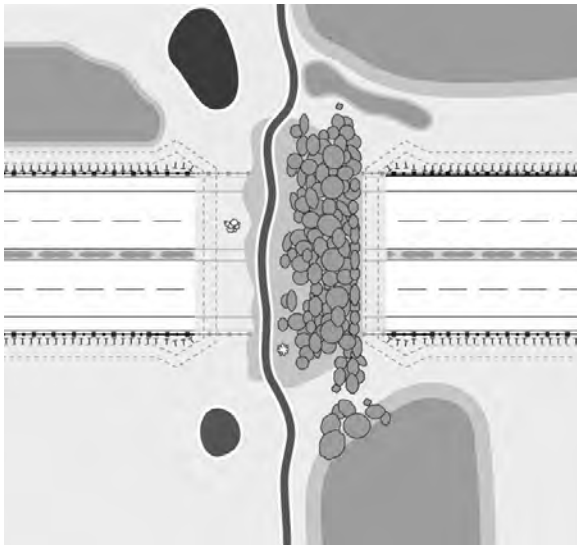


Abb. 28: Gestaltungsprinzipien* für Gewässer-Unterführungen im Wald

Waldsäume, Heide- oder Grünlandbiotop: Im Idealfall sollen diese auf Magersubstraten auf der Seite mit größtmöglicher Sonneneinstrahlung ausgebildet werden. Je nach Lage der Waldbiotope zueinander, muss davon aber abgewichen werden (Bild rechte Seite); **Durchdringungszonen** erfordern immer ein besonderes Substrat- u. Vegetationsmanagement (vgl. Abb. 6)

* Die für die Darstellung gewählte Breite ist, je nach Bauwerkshöhe, ggf. zu schmal um ausreichendes Wachstum der Vegetation zu ermöglichen und gleichzeitig kritisch in Bezug auf die Verschattung des Zugangsbereichs durch Gehölze (vgl. Abb. 22) sowie die Annahme durch Huftiere.

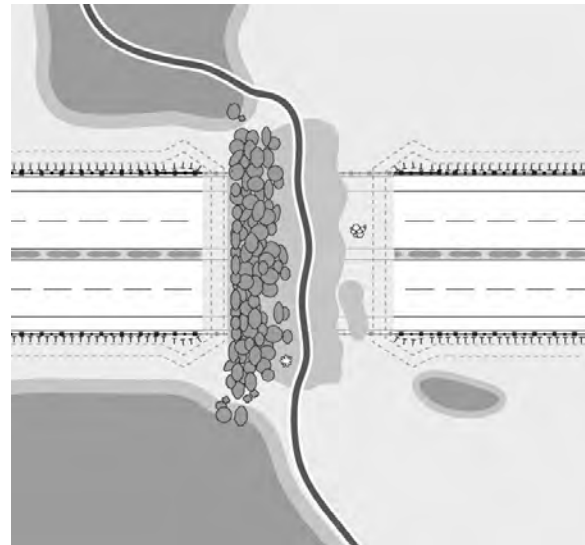


Fig. 27: Design principles* for stream undercrossings in woodland

Woodland fringes, heathland or grassland biotopes: Ideally, these are to be developed on oligotrophic substrates along the side with the greatest possible insolation. Depending on the locations of the woodland biotopes relative to one another, however, it may be necessary to deviate from this (picture right); **interpenetration zones** always require a particular substrate and vegetation management (cf. Fig. 6).

* Depending on the height of the structure, the width chosen for these diagrams may be too narrow to permit sufficient growth of vegetation and, at the same time, may be critical with regard to the shading of the approaches by woody plants and crossings' acceptance by ungulates (cf. Fig. 21).

Querungshilfen und Wege

Wegeführung auf oder in Querungshilfen

Wege auf oder in Querungshilfen sollen vermieden werden. Die Mitführung von land- und/oder forstwirtschaftlichen Wegen oder Wanderwegen kann die Funktionsfähigkeit von Querungshilfen für Großtiere erheblich mindern - zumindest in regelmäßig bejagten Gebieten oder bei einer, über den ganzen Tag verteilten, starken Frequenzierung durch Personenverkehr. Wo immer dies möglich ist, soll deshalb statt einer Aufweitung von Querungshilfen für den Personenverkehr eine Funktionstrennung erfolgen (separate Bauwerke). Wird im zu begründenden Einzelfall ein Weg mitgeführt, ist seine Breite bei Querungshilfen bis ca. 50 m Breite ggf. für die Ermittlung der

Gesamtbreite hinzuzurechnen und Hunde müssen dort zwingend angeleint werden.

Es ist immer zu prüfen, ob Kosteneinsparungen möglich sind, indem zwei Bauwerke errichtet werden. Auf bzw. in Querungshilfen und im Umfeld von 50 m um eine Querungshilfe dürfen keine Bitumen-, Asphalt-, oder Betonwege und dergl. gebaut werden; allenfalls, im Ausnahmefall, Spurwege, im Regelfall Erdwege.

Ausnahmen sind ergänzende Grünstreifen an Wegeüber- bzw. unterführungen und Ausnahmen sind ggf. auch an Querungshilfen mit eingeschränkter, spezieller Zielstellung möglich. Lager- oder Abstellplätze in oder auf Querungshilfen sind unzulässig.

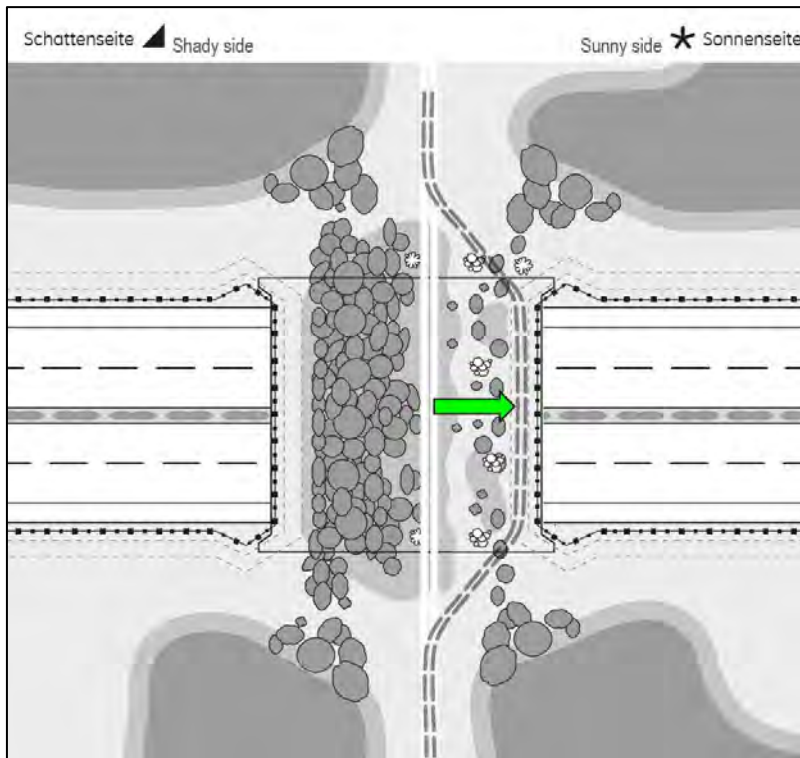
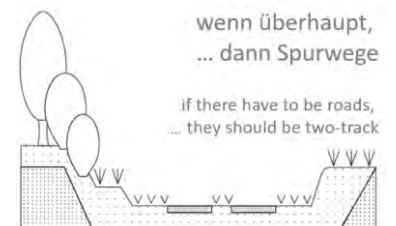


Fig. 28: Arrangement of unavoidable roads/paths

→ Unavoidable roads/paths are not to be routed centrally but as marginally as possible, along the sunny side and at the greatest possible distance from hedges.

Abb. 29: Anordnung von unvermeidbaren Wegen

→ Unvermeidbare Wege sollen nicht mittig sondern möglichst randlich, auf der Sonnenseite und mit größtmöglichem Abstand zu Hecken geführt werden.



wenn überhaupt, ... dann Spurwege

If there have to be roads, ... they should be two-track

Wildlife crossings and roads/paths

Routing of roads/paths on or in wildlife crossings

Roads/paths are to be avoided on or in wildlife crossings. The presence of farm/forestry roads or paths can significantly reduce the functionality of wildlife crossings for large animals – at least in areas that are regularly hunted or heavily frequented by passenger traffic throughout the day. Instead of expanding wildlife crossings to accommodate passenger traffic, these functions are therefore to be separated (dedicated structures) wherever this is possible. Should a road/path be included in individual cases that are to be justified, its width is to be added to wildlife crossings that are up to approx. 50 m wide, and it must be compulsory for dogs to be kept on the lead there.

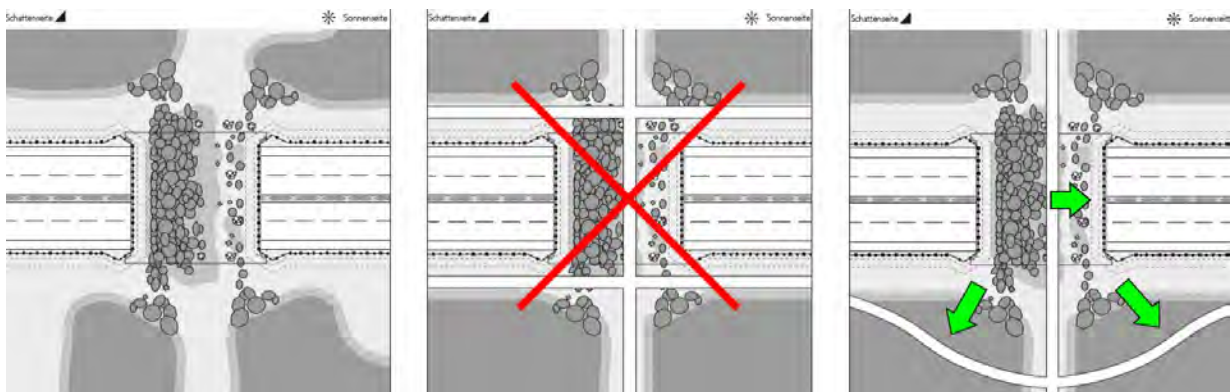
It is always to be examined whether cost savings can be made by erecting two structures. No bitumen, asphalt or concrete roads/paths, etc. may be constructed on/in wildlife crossings or in an area 50 m around them; at most, earth roads and/or, exceptionally, two-track roads are permitted.

The exceptions are supplementary vegetated strips on/in joint-use overpasses/underpasses with roads/paths, while exceptions may also be possible at wildlife crossings with restricted, special objectives. Storage or parking areas in or on wildlife crossings are impermissible.

Wegeführung im Zugangsbereich

Parallel zur überbrückten Straße geführte Wirtschaftswegen sind im Nahbereich der Querungshilfe zu vermeiden; sollten sie unverzichtbar sein, dann soll ein größtmöglicher Bogen um die Querungshilfe gelegt werden. Dies hat drei Effekte: Durch die höhere Grenzlinienlänge erhöht sich für Kleintiere die Zahl der Grenzlinienkontakte und damit die Übertrittswahrscheinlichkeit. Innerhalb des Bogens können Trittssteinbiotope und /oder Deckung angelegt werden und Störungen durch Wegebenutzer werden für Säugetiere berechenbarer. An kleineren Durchlässen soll Deckung aber nie so angelegt werden, dass der Tunnelleffekt vergrößert oder die Einsehbarkeit für die Säuger vermindert wird (siehe Abb. 22).

An Gewässerdurchlässen unter Straßen soll jegliche Gewässerverdolung für ggf. notwendige straßenparallele Feldwege oder Wartungswege vermieden werden. Eine kostengünstige Alternative ist die Anlage von Furten. Hindernisfreiheit (keine Bordsteine, Gullys etc.) ist obligat. Je nach betroffenen Lebensgemeinschaften sind die Biotope der Zielarten ggf. bis an den Weg hin zu gestalten; bei Gehölzlebensräumen ist auf Ast-Ast-Verbindungen zu achten (Hohlwegcharakter, große Bäume).



Am Günstigsten:
Verzicht auf Wege.

Falsch und zwingend zu vermeiden:
Wege als Barrieren.

Günstiger: Weites Umfahren des
Zugangsbereiches sowie, anders
als hier dargestellt, Vermeidung
mittiger Wegeführung.

Most favourable:
No roads/paths.

Wrong and definitely to be avoided:
Roads/paths that form barriers.

More favourable: Wide detour
around approaches and, unlike de-
picted here, roads/paths not
routed down centre.

Abb. 30: Wegeführung auf und an Querungshilfen
Fig. 29: Roads and paths at passages

Routing of roads or paths on the approaches to crossings

Agricultural roads that run parallel to the bridged road are to be avoided in the vicinity of a wildlife crossing; should they be indispensable, the widest possible detour is then to be taken around the wildlife crossing. This has three effects: Since the boundary line is longer, the number of contacts small animals have with the line increases, consequently raising the likelihood they will cross it. Stepping-stone biotopes and/or cover can be created within the space left by the detour, and disruption by persons using the roads/paths becomes more calculable for mammals. At smaller passages, however, cover is never to be created in such a way that the tunnel effect is exacerbated or visibility is reduced for mammals (see Fig. 21).

Where water passages run under roads, any routing of waters through culverts under farm or maintenance roads that may be required parallel to the main road is to be avoided. One economical alternative is the creation of fords. The absence of obstacles (no curb stones, gullies, etc.) is obligatory. Depending on the biocenosis that are affected, the biotopes of the target species may have to be landscaped as far as the farm/maintenance road; in wooded habitats, attention is to be paid to the links between branches (sunken lanes, large trees).

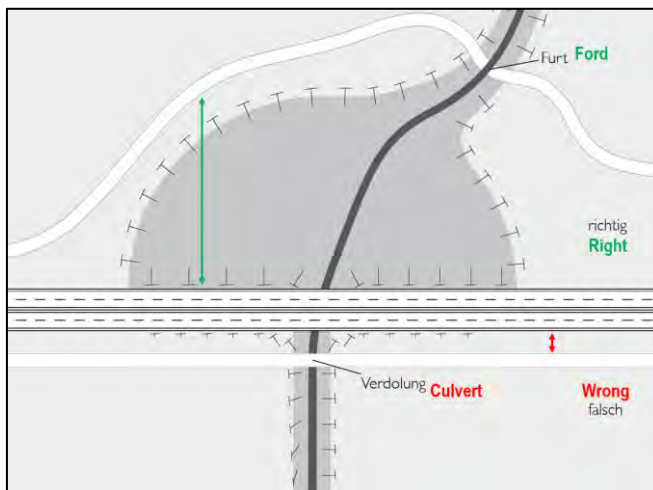


Fig. 30 a, b: Solutions resorted to when roads or paths are unavoidable at wildlife crossings (wide detour) and (site-dependent) options for the optimisation of the approaches to wet passages.

Abb. 31 a, b: Notlösungen für unvermeidbare Wege an Querungshilfen (bogenförmiges Umfahren) sowie Optimierungsmöglichkeiten (standortsabhängig) von Zugangsbereichen an Gewässerdurchlässen

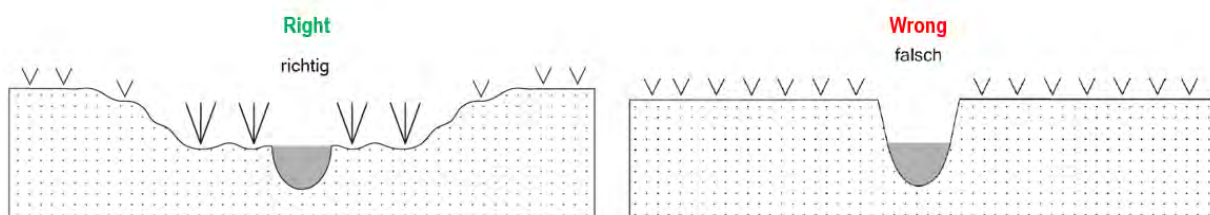


Abb. 31 b: Beim (geplanten) Feuchtgebietsverbund in Gebieten mit aktueller Grundwasserabsenkung oder an Gewässern mit reversibler Sohlvertiefung soll am Durchlass prioritär der natürliche Grundwasserspiegel wiedereingestellt werden – alternativ kann durch kleinflächige Geländeabsenkung die Ausbildung von Trittsteinbiotopen gefördert werden. Bei ansonsten niedrigen Durchlässen soll geprüft werden ob, um die lichte Höhe zu erhöhen, Auskofferungen möglich sind, ohne dass großflächig dauerhafte Wasserflächen unter dem Bauwerk entstehen, die ggf. zu viel Gestaltungs- und Bewegungsraum in Anspruch nehmen.

Fig. 30 b: When there is a (planned) network of wetlands in areas where the groundwater table is currently low or at waters whose beds have been deepened, but this is reversible, the natural groundwater table is to be restored once again at the passage as a priority – alternatively, the creation of small depressions can promote the development of stepping-stone biotopes. At low passages, it is to be examined whether, in order to raise the headroom clearance, the excavation of the passage floor is possible without extensive, permanent pools of standing water forming under the structure that may take up too much of the space needed for landscaping and animal movements.

Kontroll- und Unterhaltungswege sowie Baustraßen

Inspection and maintenance roads or site roads

Wege zur Bauwerkskontrolle oder -unterhaltung dürfen keine Barrierewirkung entfalten. In Auen darf keinerlei Dammschüttung erfolgen und generell ist auf jedwede Versiegelung zu verzichten. Falls (in Unterführungen) bei weichem Untergrund eine Befestigung erforderlich wird, muss zumindest der zentrale Bereich von Querungshilfen sowie deren Zugangsbereiche von der Befestigung freigehalten werden. Dies gilt auch für lediglich temporäre Baustraßen (ggf. Rückbau).

Auch sonstige (auf Querungshilfen zuführende) straßenparallele Unterhaltungswege dürfen nicht versiegelt werden; um ggf. ihre Funktionsfähigkeit als zuführende Säume zu sichern, muss auch vermieden werden, dass sie als Vorgewende für Land- oder Forstmaschinen genutzt werden.

Allfällige Entwässerungsanlagen dürfen nicht zu Barrieren werden.

Roads for the inspection or maintenance of structures must not give rise to any barrier effects. No embankment of any kind may be constructed on floodplains, and surfaces are generally not to be sealed. Should the ground need to be reinforced (in underpasses) where there is a soft subsoil, it must not be reinforced in the central areas of wildlife crossings and their approaches at least. The same also applies for merely temporary site roads (which may be removed).

Other maintenance roads (leading to wildlife crossings) parallel to the transport infrastructure must not be sealed either; in order to ensure their functionality, people must be prevented from using them as turning spaces for agricultural or forestry machinery.

Any drainage systems must not become barriers.



Abb. 32: Bau- und Unterhaltungswege als Barriere

Die vorbildliche, wenngleich sehr aufwändige Sicherung eines Durchströmungsmoores durch Vorkopfbauweise und Aufspreizung der Fahrbahnen wird konterkariert durch einen parallel, als künstlich aufgeschütteten Damm geführten Bau- und / oder Unterhaltungsweg, der, von Neophyten gesäumt, die Aue zerschneidet. Foto: H. Reck



Fig. 31: Site and maintenance roads as barriers

The exemplary, if very expensive steps taken to safeguard a percolation mire by raising the road and splitting the carriageways are undermined by a parallel site/maintenance road routed as an artificially raised embankment and fringed by neophytes, which dissects the floodplain. Foto: H. Reck



Fig. 32: Roadside drainage channel as barrier

The expensive raising of this road on pillars in order to safeguard a local population of terricolous small mammals (here: one of the last mole-rat populations in Hungary) and floodplain habitats has been undermined by the thoughtless installation of a drainage ditch, which furthermore is extremely straightened. *Foto: H. Reck*

Abb. 33: Verkehrsbegleitende Entwässerungsgräben als Barriere

Die aufwändige Straßenaufständerung zur Sicherung einer Lokalpopulation von bodenlebenden Kleinsäugetern (hier eine der letzten Blindmullpopulationen Ungarns) bzw. von Auenlebensräumen wird konterkariert durch die gedankenlose Anlage eines Entwässerungsgrabens, der zudem noch extrem verbaut ist. *Foto: H. Reck*

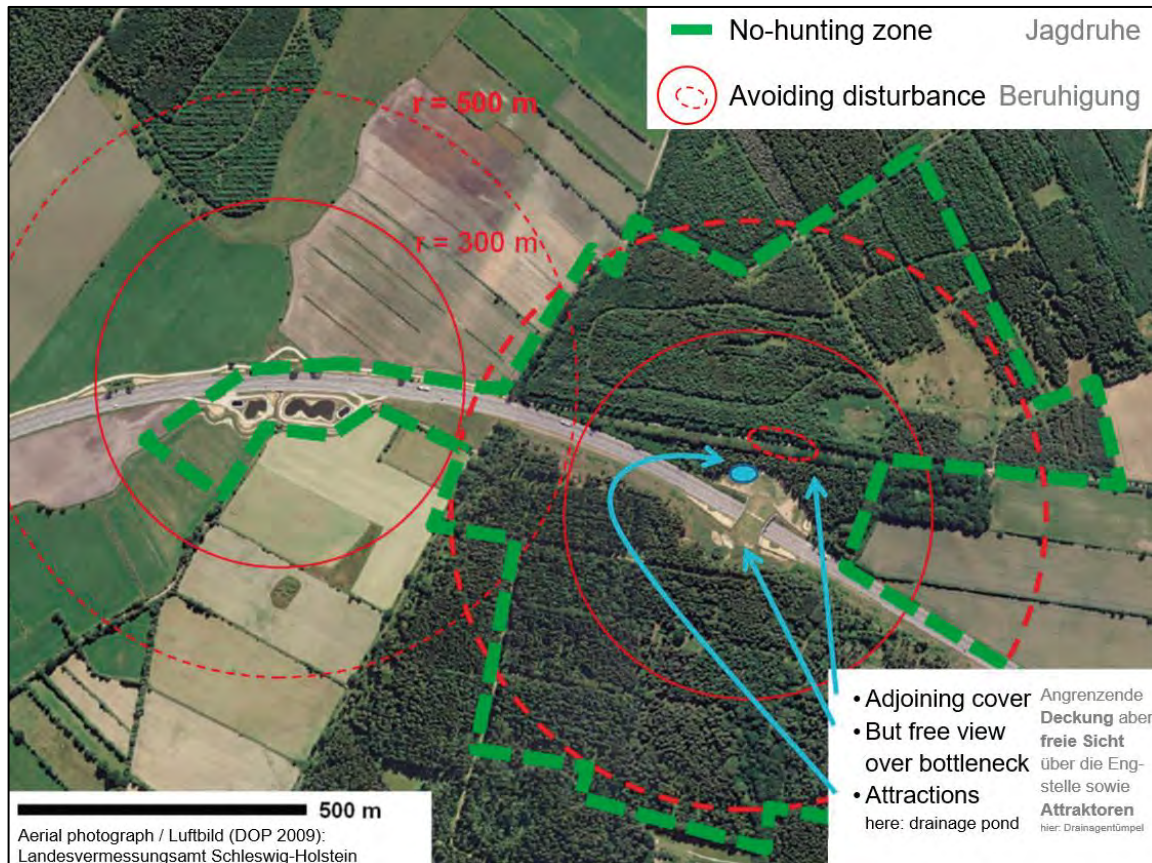


Abb. 34: Jagdruhezonen

Beruhigung ist eine wichtige Voraussetzung der Wirksamkeit von Querungshilfen für Großtiere; Jagdruhezonen sollten dabei an gut erkennbare Nutzungsgrenzen und ggf. auch an besondere Nutzungen angepasst werden, wie in der hier dargestellten, zumindest im Umfeld der Grünbrücke beispielgebenden praktischen Umsetzung. Am Durchlass hingegen ist die Ruhezone ungenügend. Das kleine gestrichelte Oval weist auf den zusätzlichen Rückbau einer Gemeindeverbindungsstraße zu einem Erdweg hin. *Fotomontage: H. Reck*

Fig. 33: No-hunting zones

Avoiding disturbance is an important precondition for the effectiveness of wildlife crossings for large animals; with this in view, no-hunting zones should be adapted to follow easily recognisable boundaries between different uses and, where applicable, also to take account of particular uses, as in the practical scheme depicted here, which is exemplary at least in the vicinity of the green bridge. The no-hunting zone is insufficient at the passage. The small dotted oval highlights the deconstruction of a minor road to a dirt road. *Fotomontage: H. Reck*

Irritationsschutz an Querungshilfen, Anlage von Wällen, Beruhigung im Umfeld, Jagdruhe

Auch bei einer optimal gestalteten Querungshilfe verbleibt eine Restbeeinträchtigung im Nahbereich der Straße durch Scheinwerferlicht und Lärm. Um diese zu vermindern, sollten die Querungshilfen und deren Portalbereiche soweit wie möglich beruhigt werden. Straßenparallele (!) Überstände der Irritationsschutzwände stellen sicher, dass im Nahbereich des Bauwerkes noch eine spürbare Lärminderung erreicht wird. Diese kann die Tiere zum relativ beruhigten Bereich hinleiten.

In der Regel sind zwei Meter hohe Irritationsschutzwände wünschenswert, die, dann straßenparallel, einen Überstand von 30 m haben und die nahtlos an die zuführenden Leit- und Sperrerichtungen anschließen. Die Zäunungen an Querungshilfen sollen i.d.R. aber nicht ins Umfeld hineinragen (Abb. 37) und so die Auftreffwahrscheinlichkeit auf die Querungshilfe vermindern. Sie müssen so direkt wie möglich am Ende der Querungshilfe straßenparallel umgelenkt werden oder in wiederum möglichst straßennah geführte Zäunungen münden.

Wälle als Irritationsschutz

Wälle anstelle oder als Teil von Irritationsschutzanlagen können dann sinnvoll sein, wenn sie die Wasserversorgung von gewollten Gehölzen verbessern oder wenn sie als Sonderstandorte (sonnenexponierte Magerrasenlebensräume) gestaltet werden.

Jagdruhe und Beruhigung

(siehe Abb. 34)

An allen Querungshilfen, die für Groß- und Mittelsäuger geeignet sind, soll in Absprache mit den örtlichen Hegeringen in einem Umkreis von ca. 500 m und angepasst an die Landnutzungsgrenzen Jagdruhe herrschen (auch kein Ansitz). Jeglicher Personenverkehr soll weitestgehend reduziert werden (Rückbau von Wegen, Besucherlenkung). Die missbräuchliche Nutzung von Querungshilfen als Abstellfläche, Rastplatz und dergl. ist zu verbieten.

Bündelung von Kompensationsmaßnahmen

Durch die Bündelung von Kompensationsmaßnahmen im Umfeld von Querungshilfen sollen Zielkonflikte mit Land- und Forstwirtschaft gemindert werden. Verbisschutzmaßnahmen wie Auszäunung oder Vergrämung im Umfeld von Querungshilfen sind (bis auf kleinflächige Ausnahmen) i.d.R. kontraproduktiv. Eine hohe Wechseldichte fördert die Kleintiermobilität durch Verbiss- oder Wühlstellen etc.; und diese wiederum führen zur Ausbildung von vielfältigen Lebensraummosaiken.

Screens at wildlife crossings, installation of earth banks, avoiding disturbance in surrounding areas, no-hunting zones

Even at an optimally designed wildlife crossing, there is always going to be some impairment in the vicinity of the transport infrastructure due to the light from headlights and noise. Wildlife crossings and their portals should be calmed as far as possible in order to reduce this impairment. Extensions of distraction screens parallel to the main road ensure that an even greater, quite tangible reduction in noise is achieved in the immediate vicinity of the structure. It is possible this will guide animals to the relatively calmed area.

As a rule, 2-m-high distraction screens are desirable, which are extended 30 m in parallel to the road, and connect seamlessly to the guiding elements and barriers that channel animals towards the crossing. Usually, however, the fences at a wildlife crossing are not to protrude into the surrounding area (Fig. 36) and so reduce the likelihood of animals finding their way to the crossing. They must be turned parallel to the road as directly as possible at the end of the wildlife crossing or join up with fences that, for their part, are routed as close to the road as possible.

Earth banks as protection against distraction

Earth banks instead of or as parts of anti-distraction installations may be worthwhile if they improve the water supply for desirable woody plants or if they are designed as special sites (sun-exposed oligotrophic grassland habitats).

No-hunting zones and avoiding disturbance (see Fig. 33)

Hunting is to be suspended (no hides) around all wildlife crossings that are suitable for large and medium-sized mammals. This is to be done in consultation with the local hunting clubs and apply within a radius of approx. 500 m, while the no-hunting zone's limits are to be adjusted to take account of land-use boundaries. Any passenger traffic is to be reduced as far as possible (removal of roads/paths, diversion of visitors). The abusive use of wildlife crossings as parking areas, lay-byes, etc. is to be prohibited.

Bundling of offsetting measures

Conflicts with the aims of agriculture and forestry are to be mitigated by bundling offsetting measures in the areas around wildlife crossings. Measures to protect against browsing, such as fencing off vegetation or deterrent systems in the areas around wildlife crossings, are usually counterproductive (with exceptions on some small patches of land). A high density of larger mammals passing along wildlife paths promotes the mobility of small animals via points that have been browsed, rooted up, etc., and this in turn drives the formation of diverse habitat mosaics.

Wildschutzzäune und Kleintierabweiser (Amphibienschutzzäune)

Wildlife fences and small-animal barriers (amphibian fences)

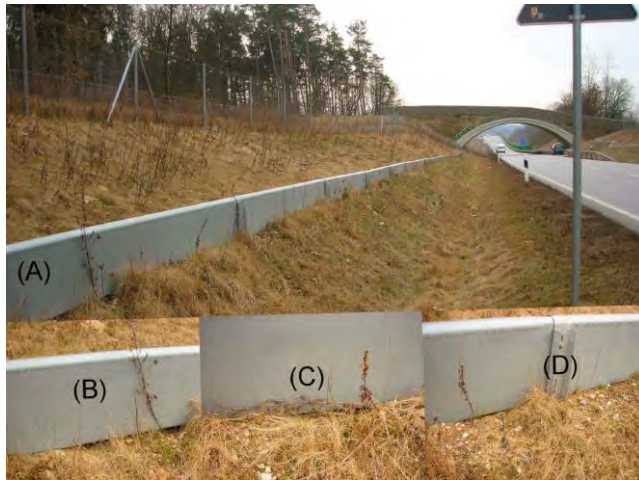


Abb. 35: Fehlerhafte Amphibienzäune
Kleintierabweiser bzw. Amphibienschutzzäune,
die viele Lücken aufweisen oder an vielen Stellen
unterspült sind oder solche, die überwachsen
sind, sind nichts als nutzlose Geldverschwendung.
A-D: verschiedene Abschnitte mit Unterspülun-
gen, die auf einer Länge von insgesamt nur 150 m
fotografiert wurden (Fotomontage verändert nach V.
Daunicht)

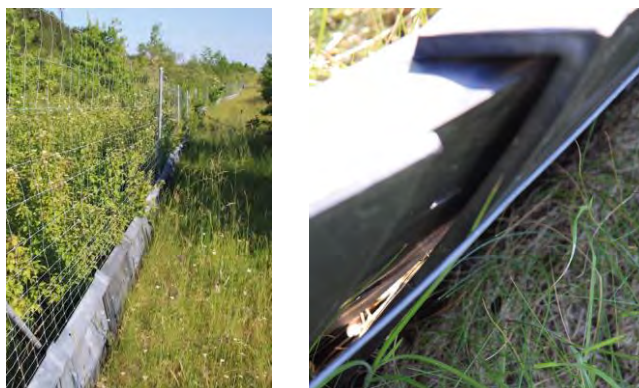


Fig. 34: Defective amphibian fences

Small-animal barriers and/or amphibian fences
that display many gaps, under which the ground
has been washed away in places or are overgrown
are nothing but a pointless waste of money. A-D:
Various sections of a fence where the ground has
been washed away that were photographed along
a stretch of no more than approx. 150 m (*photo-
montage modified after V. Daunicht*).

Abb. 36: Amphibienleitzäune auf Querungshilfen führen zu
oft unmittelbar auf Gullys und andere Fallen hin. Foto: H. Reck

Fig. 35: Amphibian guide fences on wildlife crossings too of-
ten lead directly to gullies and other traps.



Experience teaches that fences parallel to infrastructure are occasionally continued without a gap being left at wildlife crossings, so blocking the way through. Yet even where fences are routed appropriately, errors can still be made. Fences have to be impermeable and join up with the fences or barriers for the wildlife crossing without any gaps, or else traps will be created.

Because fences have a guiding function, gullies that function as traps must never be installed along them (see Fig. 35).

Small-animal barriers (amphibian fences) are to be turned parallel to the road directly at the end of the wildlife crossing, while at large wildlife crossings or where small animals migrate in large numbers they are extended for at least 150 m (as near as possible to the transport infrastructure) on both sides and/or block the main area amphibians pass through on their migration routes.

At all large wildlife crossings and in areas where wildlife paths are heavily used, wildlife fences are usually to be extended for at least 300 m or potentially join up with protective fences that continue further and defuse wildlife accident black spots. As a rule, however, fences running across the carriageway at a wildlife crossing are not themselves to protrude into the surrounding area and so reduce the likelihood of animals finding their way to the crossing. They are to be turned parallel to the road as directly as possible at the end of the wildlife crossing.

Where minor roads join a main road that is fenced off in the area where the fence is extended, it needs to be clarified locally – depending on the density of wildlife paths or the flow of migrating small animals – whether these minor roads have to be integrated into the extended fence and whether animals will be prevented from going onto the main road at the junction, e.g. with cattle grids. Of course, cattle grids may have to be fitted with escape ramps for small animals.

Wildlife fences require protection to stop animals digging under them. Compared to a standard wildlife fence (height above the ground: 1.8 m, progressive mesh size: 5 × 15 cm in the lower 80 cm, above which 10 × 15 cm is allowed), it is possible supplementary elements will be required in particular exceptional cases (protection to stop wild cats climbing over along sections of infrastructure that are crossed particularly frequently, more robust constructions in areas with bison, elk or bear populations).

On narrow bridges with vegetated strips and/or structures with grass shoulders, small-animal barriers installed as guiding elements should simultaneously function as cover (Fig. 48). Should small-animal barriers be integrated into slopes, level maintenance terraces on both sides permit vegetation to be cut back when circumstances make this necessary (see Fig. 14); at the same time, such terraces (Fig. 16) prevent the ground from being washed away under the barriers.



Fig. 36: Extended protective barriers
Extensions protruding beyond fences that run parallel to the road are usually counterproductive and can reduce the likelihood of many species reaching a crossing. Protective barriers are to be turned parallel to the road at the end of the wildlife crossing.

Photo: Schleswig-Holstein Land Office for Surveying and Geoinformation (LVermGeo SH).

Abb. 37: Überlängen von Schutzwänden

Überlängen, die über die straßenparallelen Zäune hinausragen, sind i.d.R. kontraproduktiv und können die Auftreffwahrscheinlichkeit vieler Arten mindern. Schutzwände sollen am Ende der Querungshilfe straßenparallel umgelenkt werden (Foto: LVermA SH, verändert).

Die Praxis lehrt: Gelegentlich werden Zäunungen parallel zum Verkehrsweg auch an Querungshilfen weitergeführt ohne eine Lücke zu lassen und versperren den Durchgang. Doch auch bei sachgerechter Zaunführung gibt es Fehlerquellen. Die Zäune müssen dicht schließen und lückenlos mit den Zäunen oder Wänden der Querungshilfe verbunden werden, andernfalls entstehen Fallen.

Weil Zäune Leitfunktion haben, dürfen an diesen nie Gullys mit Fallenwirkung installiert werden (Abb. 36).

Kleintierabweiser (Amphibienzäune) sollen direkt am Ende der Querungshilfe straßenparallel umgelenkt werden und an großen Querungshilfen oder bei starker Kleintieranwanderung beidseits und so nah wie möglich am Verkehrsweg mindestens 150 m überstehen bzw. den Haupt-Anwanderungsbereich von Amphibienzügen absperren.

An allen großen Querungshilfen und im Bereich starker Wildwechsel sollen Wildzäune i.d.R. mind. 300 m überstehen oder in ggf. weiterführende Wildschutzzäune übergehen, die Wildunfallsschwerpunkte entschärfen. Die Zäunungen quer zur Fahrtrasse an den Querungshilfen selbst, sollen i.d.R. aber nicht ins Umfeld hineinragen und so die Auftreffwahrscheinlichkeit auf die Querungshilfe vermindern. Sie sollen so direkt wie möglich am Ende der Querungshilfe straßenparallel umgelenkt werden. Sofern im Über-

standsbereich des Zaunes Wege auf die ausgezäunte Straße einmünden, muss lokal (je nach der Dichte von Wildwechseln oder der Kleintieranwanderung) geklärt werden, ob diese in den Zaunüberstand integriert werden müssen und ob an der Einmündung, durch Cattlegrids, das Betreten der Straße durch Tiere unterbunden wird. Selbstverständlich müssen Cattlegrids ggf. mit Ausstiegshilfen für Kleintiere versehen werden.

Wildschutzzäune benötigen einen Untergrabschutz. Gegenüber dem Standard-Wildschutzzäun (Höhe über dem Boden: 1,8 m; progressive Maschenweite: In den unteren 80 cm 5 x 15 cm, darüber kann die Maschenweite 10 x 15 cm betragen) können in besonderen Ausnahmefällen Ergänzungen erforderlich werden (Überklettererschutz für Wildkatzen in Trassenabschnitten mit besonders hohen Querungsaktivitäten, stabilere Konstruktionen in Gebieten mit Wisent-, Elch- oder Bärenvorkommen).

Kleintierabweiser als Leitelement auf schmalen Grünstreifenbrücken bzw. Bauwerken mit Grünstreifen sollten zugleich als Deckung funktionieren (Abb. 49). Sollten Kleintierabweiser in Böschungen integriert werden, ermöglichen beidseits ebene Pflegebermen fakultativ notwendig werdendes Freischneiden (siehe Abb. 16); gleichzeitig verhindern die Bermen, dass die Abweiser unterspült werden.

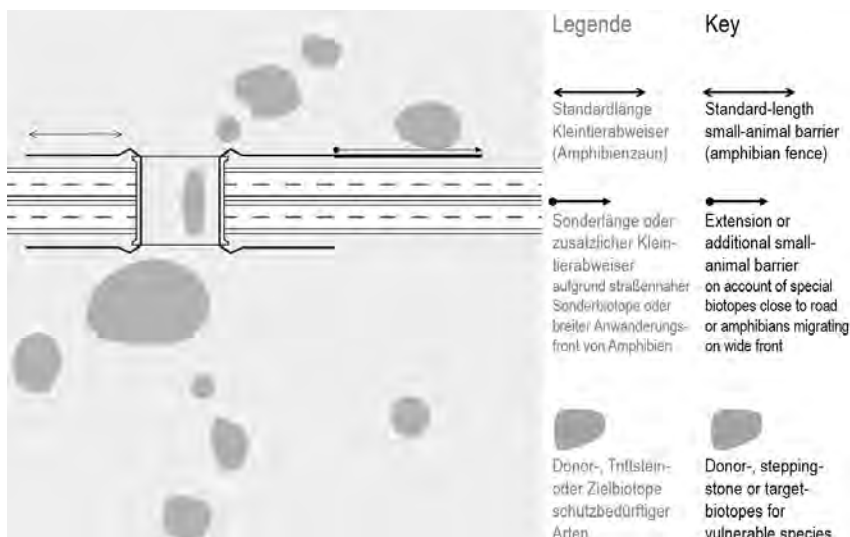


Abb. 38: Standards und Sonderfälle: Überlängen bei Kleintierabweisern

Liegen Lebensräume von Indikatorarten jeweiliger Ziellebensgemeinschaften straßennah aber außerhalb der Standardlänge von Schutzzaunüberständen, sind Sonderlösungen dann erforderlich, wenn der Aktionsraum betroffener Individuen schutzbedürftiger Arten einerseits häufig den Straßenraum erfasst oder andererseits regelmäßiger Individuenaustausch zu querungshilfenahen Trittsleinbiotopen bestehen kann.

Fig. 37: Standards and special cases: extensions of small-animal barriers or amphibian fences

Where habitats of indicator species for relevant target biocoenosis are located close to the road but beyond the standard length of extended protective fences, special solutions are required either if the activity range of affected individuals from vulnerable species frequently includes the road space or alternatively if it is possible for there to be regular exchanges of individuals with stepping-stone biotopes close to wildlife crossings.

Avoiding traps and barriers at wildlife crossings

Wildlife crossings are not to guide species towards danger points; for example, should a motorway be bridged and the wildlife crossing merge onto a minor road that runs parallel to the motorway and cannot be crossed by a bridge or underpass, guiding elements or protective fences must then be installed there as a rule.

Gullies, similar installations and low weirs

Gullies must be avoided or fitted with escape ramps on, in and at wildlife crossings, in particular if small animals are guided towards them. The installation of small-animal barriers/amphibian fences that lead to gullies is to be avoided just as strictly as low weirs in flowing waters routed under transport infrastructure.

Lighting near wildlife crossings

The attraction exerted by inappropriate lighting and the high mortality it causes to insects (and potentially insectivores such as bats) can be avoided. Where it is not possible to do without lighting completely in the areas around wildlife crossings, two conditions are to be fulfilled (which should apply when new structures are constructed and over the medium term at old

structures along the whole stretch of the transport infrastructure):

- Only lamps that emit low-frequency light may be used, and the lamp casings must not have wide openings (no greater than approx. 70 degrees).
- The illumination of large reflective surfaces in the vicinity of wildlife crossings is also to be avoided or, should this not be possible, distraction screens are to be installed.

Due to light pollution safeguarding of “*dark corridors*” is necessarily a new additional task of modern impact regulation.

Noise, bat and distraction screens

The habitat quality of the verges alongside transport infrastructure can be significantly impaired for small animals and plants where shadows are cast by screens. The installation of such screens without any gaps also increases the barrier effect of the transport infrastructure. This is why openings to let small animals through are required in such barriers every few metres (exceptions: side screens on wildlife crossings, including any extensions added to them and targeted barriers for the reduction of road mortality).



Abb. 39: Lebensfeindliche Bermen (Fotos: H. Reck)

Selbst breite, teure Bauwerke, die aus artenschutzrechtlichen Gründen gebaut wurden (hier: Erhaltung eines Kammolchgewässers) sind dysfunktional, wenn die Ufer und Bermen beidseitig lebensfeindlich gestaltet werden

Fig. 38: Hostile ledges

Even wide, expensive structures that have been constructed for strongly protected species (here: a reproduction habitat of the great crested newt) will be dysfunctional if their banks and ledges are designed in ways that create hostile conditions for flora and fauna on both sides.

Die Vermeidung von Fallen und Barrieren an Querungshilfen

Querungshilfen sollen Arten nicht auf Gefahrenstellen hinleiten; falls bspw. eine Autobahn überbrückt wird und die Querungshilfe auf eine parallel verlaufende Landstraße hingeführt wird, die nicht überbrückt oder unterführt werden kann, dann müssen dort i.d.R. Leitelemente oder Schutzzäune angebracht werden.

Gullys und ähnliche Bauelemente sowie Sohlabstürze

Auf, in und an Querungshilfen (insbesondere dann, wenn Kleintiere auf diese hingeleitet werden) müssen Gullys vermieden oder mit Ausstiegshilfen versehen werden. Die Anlage von Kleintierabweisern / Amphibienzäunen, die auf Gullys hinführen ist genauso strikt zu vermeiden, wie Sohlabstürze in Fließgewässern, die unterführt werden.

Beleuchtung in der Nähe von Querungshilfen

Die Lockwirkung und die hohe Mortalität von Insekten (und evtl. Insektenfressern wie Fledermäusen) durch unsachgemäße Beleuchtung kann vermieden werden. Sofern im Umfeld von Querungshilfen nicht gänzlich auf Beleuchtungen verzichtet werden kann, sind zwei Bedingungen zu erfüllen (die beim Neubau und mittelfristig im

Altbestand für die gesamte Verkehrsstrecke gelten sollten):

- Es dürfen nur Leuchten mit niederfrequentem Licht verwendet werden und die Lampenschirme dürfen keinen großen Öffnungswinkel haben (nicht größer als ca. 70 Grad).
- Das Anstrahlen großer reflektierender Flächen im Nahbereich von Querungshilfen soll ebenfalls vermieden werden oder es soll, falls das nicht möglich ist, ein Irritationsschutz angelegt werden.

Die Erhaltung von „*Dunkelkorridoren*“ ist eine notwendig gewordene, wichtige Ergänzung der Aufgaben der Eingriffsbewältigung.

Lärmschutzwände, Fledermauswände sowie partiell Irritationsschutzwände

Für Kleintiere und Pflanzen kann die Lebensraumqualität von Verkehrsbegleitflächen durch Schattenwurf erheblich beeinträchtigt werden. Eine lückenlose Verbauung erhöht auch die Barrierewirkung des Verkehrsweges. Deshalb sind in solchen Wänden Durchlassöffnungen für Kleintiere im Abstand von wenigen Metern erforderlich (Ausnahme: Seitenbegrenzungen von Querungshilfen inklusive der zugehörigen Überstände sowie gezielte Absperrungen zur Reduktion von Straßenmortalität).



Fig. 39: Platform for trapped animals

Guide barriers or fences are to be constructed in such a way that large animals cannot find their way between the guide fence and the carriage-way. However, given this is not always done successfully, opportunities to leave the danger area must be created such as this platform in Japan, which enables animals to jump back over the fence.

Abb. 40: Aussprungeinrichtung

Leitwände oder Leitzaune sollen so konstruiert werden, dass Großtiere nicht zwischen Leitzaun und Fahrbahn gelangen können. Weil das aber nicht immer vollständig gelingt, müssen Möglichkeiten zum Verlassen des Gefahrenbereichs geschaffen werden, so wie diese Aussprunghilfe in Japan. Foto: M. Böttcher

Preventing the constriction of water course passages by retention ponds

Among other things, the functionality of passages is significantly limited by the tunnel effect. This refers to narrow spaces that are 'threatening' for fleeing animals such as red deer or roe deer, or the shading or diminution of stepping-stone biotopes in the approaches to crossings. Retention ponds (and other technical installations or even lay-byes) that are constructed too close by and constrict passages, can significantly hinder their functionality.

On no account must artificial ravine situations be created at newly constructed crossings, and approaches are to be kept completely free of obstacles, at least where passages are less than 50 m wide.

The barrier effect of existing structures may be mitigated by improving the biotope quality both of remaining land on the approaches to a crossing and also in its immediate vicinity. Structures' effectiveness can be significantly optimised by these means.



Fig. 40: Artificial bottleneck at a water course passage and compensatory habitat enhancement

Ravine situations, as at the 'bottleneck' shown in this photograph, must be avoided in future; although the effectiveness of wildlife crossings whose suitability is restricted by their dimensions can be significantly improved where habitats are optimised to the greatest possible extent – if there is any doubt, as much as possible should be invested in habitat optimisation (Photo: B. Schulz).

Vermeidung der Einengung von Gewässerunterführungen durch Rückhaltebecken

Die Funktionsfähigkeit von Durchlässen wird u.a. erheblich durch den Tunneleffekt beschränkt. Gemeint sind die „bedrohliche“ Enge für Fluchttiere wie Hirsch oder Reh oder die Beschattung oder die Verkleinerung von Trittsteinbiotopen im Zugangsbereich. Rückhaltebecken (und andere technische Einrichtungen oder gar Rastplätze), die zu nahe und zu eng an Durchlässe gebaut werden, können deren Funktionsfähigkeit erheblich behindern. Bei Neubauten dürfen keinesfalls

künstliche Schluchtsituationen entstehen und der Zugangsbereich soll zumindest bei Durchlässen von weniger als 50 m Breite völlig hindernisfrei gehalten werden. Die Barrierewirkung von Bestandsbauwerken kann ggf. dadurch gemindert werden, dass die Biotopqualität sowohl verbliebener Flächen im Zugangsbereich als auch solcher im nahen Umfeld erheblich verbessert wird. Die Wirksamkeit der Bauwerke kann dadurch wesentlich optimiert werden.

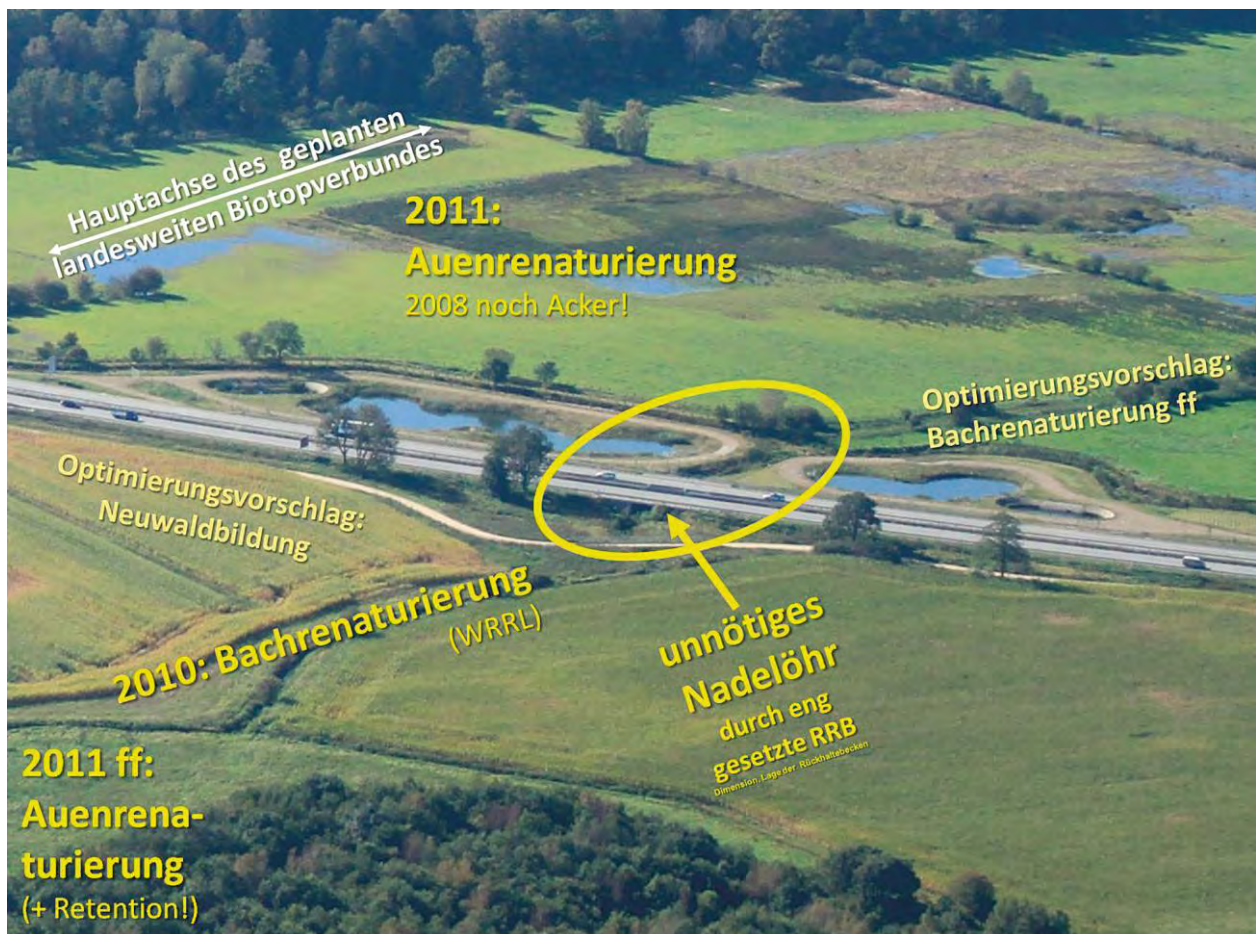


Abb. 41: Künstliches Nadelöhr am Gewässerdurchlass und kompensatorische Lebensraumaufwertung
Schluchtsituationen wie am gezeigten „Nadelöhr“ müssen zukünftig vermieden werden; durch größtmögliche Lebensraumoptimierung lässt sich die Wirksamkeit dimensionsbedingt beschränkt geeigneter Querungshilfen aber erheblich verbessern – im Zweifel sollte möglichst viel in die Lebensraumoptimierung investiert werden (Foto: B. Schulz).

Removing barriers, doing without barriers and mitigating barriers alongside the carriageway

Unnecessary barriers (as e.g. curb stones) must generally be avoided. Even wildlife fences should be restricted around wildlife accident black spots and wildlife crossings.

Uninterrupted, densely growing verge vegetation also has unfavourable effects because if the design/landscaping is suitable (no curb stones, no central concrete barriers, no dense herbaceous layer along the whole shoulder and the adjoining verges) roads that carry moderate levels of traffic can be crossed by notable numbers of animals (even if many individuals may be killed as they seek to do so). It is therefore usually still possible for individuals to exchange between populations of species that occur along longer sections of road or railway line and in high densities.

The permeability of roads over long stretches should accordingly continue to be guaranteed for species that are (still) widespread¹¹. As a consequence, outside the catchment areas of wildlife crossings and the areas where they have an influence on populations of vulnerable species that are particularly endangered by traffic mortality, transport infrastructure must as a rule be constructed in ways that continue to allow all animals to cross if possible (where wildlife fences are not required to protect traffic). This means that, alongside the obstacle-free design of shoulders, concrete barriers on the central reservation (Fig. 41) must always be permeable, at least for earthbound small animals¹². The omission of curb stones that are difficult to get over etc. also reduces the risk of small animals being directed into gullies.



Abb. 42: Betonleitwand

Unvermeidliche, geschlossene Betonschutz- bzw. Betonleitwände außerhalb bebauter Gebiete, die länger als 100 Meter sind, sind i.d.R. als erhebliche, minderungs- und kompensationspflichtige Eingriffe in die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts zu werten. An Engstellen ökologischer Netze oder an starken Wildwechsellinien können selbst kurze Absperrungen kritisch wirken. Foto: M. Böttcher

Fig. 41: Concrete guide barrier

As a rule, if they are more than 100 m long, continuous concrete protective/guide barriers outside built-up areas are to be assessed as significant interventions in the functionality of the natural ecology, and therefore have to be avoided (or mitigated and offset). Even short barriers can have critical effects at bottlenecks in ecological networks or at highly frequented wildlife paths.

¹¹ By contrast to this, it is unlikely rare and endangered species whose populations have relatively few individuals will manage to cross infrastructure successfully, i.e. in numbers relevant to animal ranges or populations. Endangered and rare species with narrowly restricted local habitats and species that migrate regularly require wildlife crossings to re-link their populations and ranges.

¹² In addition to this, it is accepted that, as a rule, with a view to large animals and the danger they pose to traffic, concrete protective barriers may only be constructed in combination with wildlife fences in areas where there are wildlife paths. In turn, long sections of fencing are only compatible with the goals of the Federal Nature Conservation Act if combined with sufficient crossing opportunities.

Barriererückbau, Barrierenverzicht und Barrierenminderung neben der Fahrbahn

Außerhalb von Wildunfallschwerpunkten und abseits von Querungshilfen sollte generell auf bauliche Barrieren (z.B. Bordsteine) verzichtet werden. Auch ununterbrochen dichtwüchsige Begleitvegetation wirkt ungünstig, denn bei geeigneter Gestaltung (keine Bordsteine, keine Betonmittelwände, keine durchgehend dichte Krautschicht im Bankett und im angrenzenden Straßenbegleitgrün) sind mäßig befahrene Straßen für eine nennenswerte Zahl von Kleintierarten sowie für Großtiere überwindbar (wenngleich viele Individuen dabei getötet werden können). Ein Individuenaustausch zwischen Populationen von solchen Arten, die entlang längerer Streckenabschnitte und in hohen Individuendichten an Verkehrswegen vorkommen, ist deshalb noch regelmäßig möglich. Für (noch) verbreitete Arten sollte die Durchlässigkeit von

Straßen über weite Strecken also weiterhin gewährleistet werden¹³.

Als Konsequenz müssen Verkehrswege außerhalb des Einzugsgebietes von Querungshilfen sowie außerhalb des Einflussbereichs auf besonders durch Verkehrsmortalität gefährdete Populationen schutzbedürftiger Arten i.d.R. so gebaut werden, dass sie für möglichst alle Tiere überwindbar bleiben (soweit nicht Wildschutzzäune zum Schutz des Verkehrs erforderlich sind). Dazu gehört, dass, neben hindernisfreier Bankettgestaltung, Betonleitwände auf Mittelstreifen (Abb. 42) immer durchlässig zumindest für bodengebundene Kleintiere sein müssen¹⁴. Der Verzicht auf schlecht überwindbare Bordsteine etc. verringert auch das Risiko, dass Kleintiere in Gullys gelenkt werden.



Abb. 43 a,b: Blindschleichen an Bordsteinen
Selbst abgeschrägte Bordsteine sind für viele Arten nicht oder nur schwer überwindbar. Bild links: Erfolgreicher Kletterversuch einer Blindschleiche an der L 410 (jedenfalls bis zum Eingreifen des Beobachters); Bild rechts: Bereits verendetes Tier an derselben Straße in nur 100 m Entfernung. Foto: H. Reck



Fig. 42 a,b: Slowworms on curb stones
Even sloping curb stones are difficult if not impossible for many species to scale. Picture left: An unsuccessful attempt by a slowworm to climb a curb on the L410 (at any rate until the observer intervened); picture right: a dead animal just 100 m further along the same road. Foto: H. Reck

¹³ Eine erfolgreiche, d.h. areal- oder populationsrelevante Querung bei seltenen und gefährdeten Arten mit individuenschwachen Beständen ist demgegenüber unwahrscheinlich. Gefährdete und seltene Arten mit lokal eng begrenzten Lebensräumen und Arten mit regelmäßigen Wanderungen benötigen zur Wiedervernetzung von Populationen und Arealen Querungshilfen.

¹⁴ Für Großtiere und wegen der Verkehrsgefährdung gilt darüber hinaus, dass Betonschutzwände im Bereich von Wildwechseln i.d.R. nur im Verbund mit Wildschutzzäunen gebaut werden dürfen. Lange Zäunungsabschnitte wiederum sind nur im Verbund mit ausreichenden Querungsmöglichkeiten mit den Zielen des BNatSchG vereinbar.

Cost reductions due to structures with vegetated strips: the optimisation or joint use of traffic crossings, in particular traffic underpasses

Structures with vegetated strips (grass shoulders), i.e. joint-use overpasses and underpasses or water course passages with accompanying hedges/herbaceous and grass strips, earth roads or ledges can be used to a limited, but notable extent for:

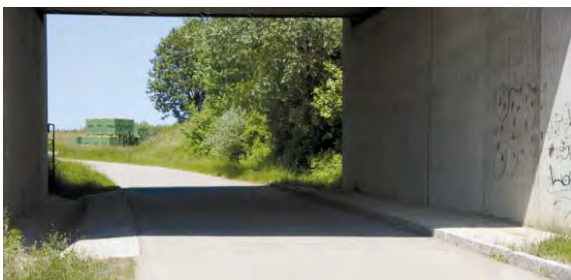
- small animals typical of certain habitat structures, above all in the immediate vicinity of crossings (where the surrounding area is connected without barriers) and
- resident, experienced large animals (where structures are not used permanently by passenger traffic)¹⁵.

(Isolated) structures with vegetated strips on their own make little difference as wildlife crossings on ecological network axes of supralocal significance and at places where there is a strong

need for action to safeguard the main or long-distance paths used by ungulates. However, they contribute significantly to the mitigation of fragmentation effects and risks as additional structures, in combination with one another or for individual target species (because not every structure functions for all objectives).

It is possible to examine the extent to which the cumulative effect of structures with vegetated strips justifies reducing the size of special wildlife crossings or even doing without them completely in individual cases along a section of infrastructure that causes fragmentation and/or a network axis.

Synergy effects of complementary structures with vegetated strips should be judged specifically in each individual case



Potential for optimization at traffic crossings (with a little effort, many farm-road underpasses and water course passages could also take on network functions if their surfaces were not completely sealed). *Fotos: H. Reck*

Unterschrift zur Abbildung auf der übernächsten Seite:

Abb. 44 (= Fig. 44): Komplementärlösung (Bauwerkskombination, Integration von Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen sowie passende Gestaltung des Begleitgrüns)

Komplementärlösungen für Zerschneidungsabschnitte können zur Reduktion der notwendigen Bauwerksdimensionen führen. Die hier gezeigte, schmale Grünbrücke überführt seltene und stenotope Arten von Trockenbiotopen eines Talzugs, während Arten von frischen und feuchten Lebensräumen sowie von Gehölzen unter der nahegelegenen Talbrücke wechseln. Dass die Brücke auch von besonders anspruchsvollen Arten genutzt wird, liegt (1) an Substrat- und Strukturgradienten, (2) an geeigneten Ansaaten, (3) an mähbaren Bereichen neben Mahdhindernissen, (4) durchdachter Umfeldgestaltung mit der Integration komplementärer Kompensationsmaßnahmen und geeigneter Gestaltung des Straßenbegleitgrüns inkl. (5) vorausschauender, die Sukzession kalkulierender Anlage (Mut zu nachhaltiger aber erst mittelfristig zielführender Sukzession auf Rohböden). Ohne gezielte Pflege (Mahd/Beweidung) ist die Eignung für besondere Arten der magerrasen dennoch gefährdet.

¹⁵ Where ungulates are affected, very narrow vegetated strips are used by single individuals at most

Kostenreduktion durch Grünstreifenbauwerke: Die Optimierung von Verkehrsbauwerken, insbesondere von Wegeunterführungen

Grünstreifenbauwerke, d.h. Verkehrsüber- und -unterführungen oder Gewässerdurchlässe mit begleitenden Hecken und/oder mit Kraut- und Grasstreifen und/oder mit Erdwegen oder Bermen sind eingeschränkt, aber nennenswert nutzbar für:

- jeweils strukturtypische Kleintiere, v.a. des unmittelbaren Umfelds (soweit barrierefrei angeschlossen) sowie
- residente, erfahrene Großtiere (soweit die Bauwerke nicht permanent vom Personenverkehr genutzt werden)¹⁶.

Als Querungshilfen in überörtlich bedeutenden Achsen des Biotopverbunds und an Stellen mit hohem Bedarf zur Sicherstellung von Haupt- oder Fernwechsellinien von Huftieren, können Grünstreifenbauwerke (als Einzelbauwerk) alleine

zwar ungenügend aber als Zusatzbauwerke, im Zusammenwirken untereinander oder auch für einzelne Zielarten, dennoch erheblich zur Minderung von Zerschneidungswirkungen und zur Risikominderung beitragen (denn nicht jedes Bauwerk funktioniert für alle Zielsetzungen).

Für einen Zerschneidungsabschnitt bzw. eine Verbundachse kann geprüft werden, in wie weit Grünstreifenbauwerke in Summe die Verkleinerung oder in Einzelfällen sogar den Verzicht auf spezielle Querungshilfen rechtfertigen.

Synergiewirkungen komplementärer Grünstreifenbauwerke sollten einzelfallspezifisch beurteilt werden.

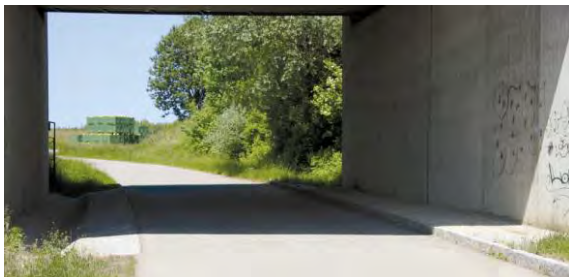


Abb. 45 a,b: Optimierungspotentiale an Verkehrsbauwerken

Viele Feldwege- und Gewässerunterführungen könnten mit wenig Aufwand auch Verbundfunktionen übernehmen, wenn auf Komplettsiegelung verzichtet wird, wenn geeignetes Substrat eingebracht wird, wenn auf überflüssige (kostenverursachende) Begrenzungselemente verzichtet wird und wenn der Zugangsbereich lebensfreundlich gestaltet wird (siehe auch Abb. 11, Abb. 19, Abb. 22, Abb. 25, Abb. 28); Grünbankette sind ein wichtiger Beitrag zur Wiedervernetzung. *Fotos: H. Reck*

Fig. 43 a,b: Potential for optimisation at traffic crossings

With a little effort, many farm-road underpasses and water course passages could also take on network functions if their surfaces were not completely sealed, suitable substrates were added, superfluous side barriers (that drive up costs) were omitted and their approaches were landscaped welcomingly for flora and fauna (see also Fig. 11, Fig. 19, Fig. 21, Fig. 24, Fig. 27); grass shoulders are an important contribution to re-linking.

¹⁶ Sofern Huftiere betroffen sind, werden sehr schmale Grünstreifen allenfalls von einzelnen Individuen genutzt.



Fig. 44: Complementary solutions (joint-use structures, integration of mitigation and offsetting measures, and appropriate landscaping of verges)

Complementary solutions for sections of infrastructure that cause fragmentation can cumulatively lead to reductions in the dimensions structures are required to have. The narrow green bridge shown here carries rare and stenotopic species of a valley's dry biotopes, while species of wetland habitats, and woodland cross under the nearby viaduct. The bridge's use by particularly demanding species is due to (1) its substrate and structural gradients, (2) suitable seeding, (3) mowable areas alongside obstacles to mowing, (4) well-thought-out landscaping of the surrounding areas with the integration of complementary offsetting measures and suitable landscaping of roadside verges, including (5) a forward-looking approach that factors in succession processes (which requires the courage to pursue sustainable succession on proto soils, even though this is only expedient over the medium term). However without appropriate mowing or grazing the sustainability for stenotopic species of dry grasslands will be at risk.

Fotos und Montage: H. Reck, Luftbild der deutschen Landesvermessung (Vermessungsverwaltungen der deutschen Länder)

Neue Brücken immer mit Grünstreifen - Optimierungsprogramm für Bestandsbauwerke entwickeln

Zukünftige Wirtschaftswege und Ortsverbindungsstraßen, die höherrangige Verkehrswege queren, sollten im Umfeld naturnaher Lebensräume oder im Bereich von lokalen Biotopverbundplanungen immer mit Grünstreifen gebaut werden. Darüber hinaus sollten bestehende Bauwerke systematisch im Hinblick auf eine Optimierung als Faunapassage geprüft werden.

Auf Grünstreifenbauwerken oder auf schmalen oder deckungsarmen Überführungen können Leitelemente platzsparend mit Deckung bzw. Verstecken kombiniert werden. Damit werden sie erheblich besser für Reptilien, Amphibien, nachtaktive Insekten und Kleintiere von schattigen Gehölzlebensräumen nutzbar. Eine mögliche Gestaltung zeigt Abb. 46.

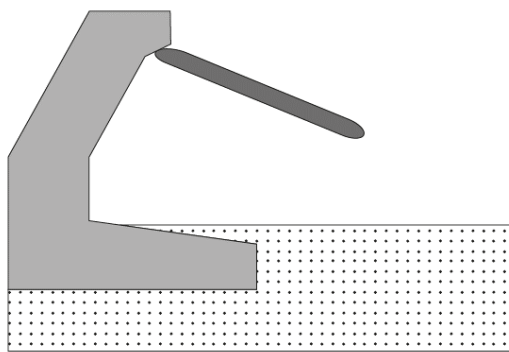


Abb. 46: Kleintierschutzzaun mit Deckung zur Abgrenzung von Grünstreifen auf Brücken

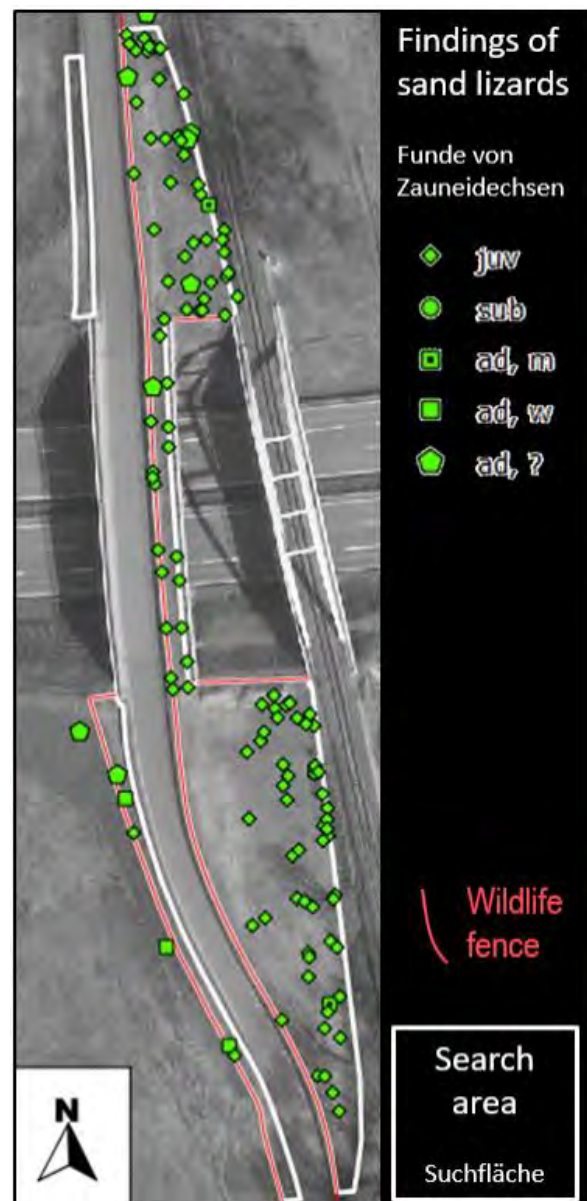
Fig. 45: Small animal fence with cover used to delimit vegetated strips on bridges

Bild rechts / drawing on the right-hand side:

Abb. 47: Nutzung von Grünstreifenbauwerken (1) Zauneidechsen nutzen zumindest sporadisch einen straßenbegleitenden Grünstreifen (hier: Funde 2011, kumulative Darstellung montiert auf ein Foto des LVermA SH von V. Daunicht; verändert) - etwas mehr Deckung würde die Nutzungsfrequenz erhöhen und geeignete Begrenzungen würden verhindern, dass fliehende Tiere auf die unterführte Autobahn stürzen.

Fig. 46: Use of structures with vegetated strips (1) Sand lizards make at least sporadic use of a vegetated strip alongside a road (here: sightings 2011, cumulative summarization by V. Daunicht) – somewhat more cover would increase the frequency of use, and suitable side screens would prevent fleeing animals from falling onto the motorway that passes underneath.

juv = juvenile, sub = subadult, ad = adult, m = male, w = female



Always build new traffic bridges with vegetated strips - an optimisation programme for existing structures must be developed

In the vicinity of near-natural habitats or areas covered by local ecological-network plans, future agricultural and local roads that cross higher-ranking transport infrastructure should always be constructed with vegetated strips. Existing structures should be examined systematically with a view to their optimisation as fauna passages.

Guiding elements can be combined space-sav- ingly with cover and/or hiding places at struc- tures with narrow vegetated strips or narrow overpasses. This makes them significantly easier for reptiles, amphibians, nocturnal insects and small animals of shady wooded habitats to use. One possible design is shown in Fig. 45.



Abb. 48: Nutzung von Grünstreifenbau- werken (2)

Von einzelnen Amphibienarten (z.B. Knoblauch- kröten) und einzelnen Laufkäferarten (z.B. vom flugunfähigen *Poecilus lepidus*) genutzte, sehr schmale Grünstreifenbrücke. Foto: H. Reck

Fig. 47: Use of structures with vegetated strips (2)

A very narrow bridge with a vegetated strip used by a few amphibian (e.g. common spadefoot toad) and ground beetle (e.g. flightless *Poecilus lepidus*) species.

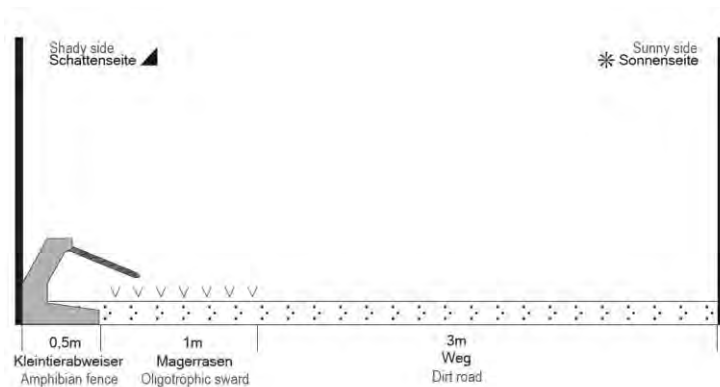


Abb. 49: Kleintierzaun und Irritations- schutzwand

Kleintierabweiser/-schutzzaun/-versteck in Kombination mit anderen Schutzzäunen (Wild, Fledermäuse) auf einer Wegeüberführung im Offenland.

Fig. 48: Small animal fence and distraction screen

A small-animal barrier/fence/hiding place in combination with other protective fences (for game, bats) on an overpass with dirt road in open land.

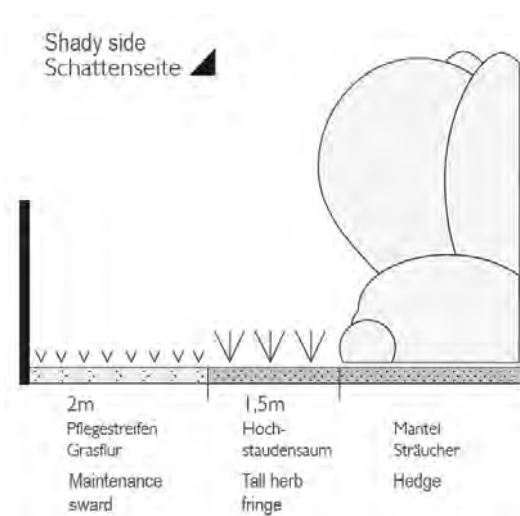


Abb. 50: Fledermausmodul

Teile von Querungshilfen oder Grünstreifen an Wegeüber- fahrungen können modular auch für spezielle Arten ge- staltet werden, indem besonders günstige Strukturen er- gänzt werden, wobei insgesamt alle Ansprüche der in ei- nem Zerschneidungsabschnitt betroffenen Arten reprä- sentiert sein müssen.

Fig. 49: Bat module

Parts of wildlife crossings or vegetated strips on joint-use overpasses can also be landscaped with modules for specific species by supplementing particularly favorable struc- tures, in which respect all needs of the species affected along a section of infrastructure that causes fragmenta- tion have to be represented overall.

Umgebungsgestaltung und Hinterlandanbindung

Für besonders schutzbedürftige Arten (insbesondere der Kleintierfauna) ist die Sicherung und Optimierung der Donorpopulationen bzw. die Einrichtung geeigneter Trittsteinbiotope wesentlich für den Erfolg von Wiedervernetzungsmaßnahmen.

Für Großtiere sollte nahe an den Querungshilfen Deckung angeboten werden sowie bestmögliche Beruhigung. Wichtig ist auch eine verbißtolerante Landnutzung im Umfeld von Querungshilfen (u.a. durch Bündelung von Kompensationsmaßnahmen).

Bei allen Unterführungen, durch die Arten von Grünland- oder Hochstaudenbiotopen i.w.S. geleitet werden sollen, ist die Heranführung entsprechender Biotope bis ins Portal hinein unbedingt erforderlich:

- Nur sachgerecht gestaltete Querungshilfen werden von jeweiligen Zielarten angenommen,

- Trittsteinbiotope und Deckung im Umfeld von Querungshilfen fördern die Erreichbarkeit, lenken Ausbreitungsbewegungen und erhöhen die Nutzungsfrequenz und
- innerhalb wichtiger Achsen von Verbund- und Wiedervernetzungsplanungen vervielfacht eine Hinterlandanbindung* von Querungshilfen den ökologischen Nutzen der aufwändigen Bauwerke.

Bauwerksgestaltung, Umfeldgestaltung und Hinterlandanbindung wirken zusammen und beeinflussen sich wechselseitig, aber die Übergänge zwischen den drei Maßnahmentypen (1= Bauwerksgestaltung, 2= Umfeldgestaltung, 3= Hinterlandanbindung; vgl. Abb. 51) sind fließend, mit großen Schnittstellen auch bei den vorrangigen Maßnahmenzielen (Tab. 3).

* Die Maßnahmen zur Hinterlandanbindung sind nötig zur langfristigen Sicherung der Biologischen Vielfalt und ggf. auch zur nachhaltigen Wirksamkeit von allfälligen Kompensationsmaßnahmen. Sie können auch zur Lenkung weit gefächerter Migration wandernder Arten auf Querungshilfen hin erforderlich werden.

Tab. 3:
Maßnahmenziele
(Anlässe) für verschiedene Wiedervernetzungsmaßnahmen

<i>Maßnahmentyp</i>	<i>Hauptsächliches Maßnahmenziel</i>
Bauwerksgestaltung Querungsbauwerke und deren Zugangsbereiche (Radius bis ca. 50 m)	Vermeidung / Minderung seltener auch: Kompensation als Ausnahme: aktiver Naturschutz
Umfeldgestaltung (Radius bis ca. 500 m)	Vermeidung / Minderung oder Kompensation seltener: aktiver Naturschutz
Hinterlandanbindung (Radius bis i.d.R. 5000 m; z.T. wesentlich mehr)	selten: Vermeidung / Minderung oft Kompensation oder aktiver Naturschutz

Landscaping surrounding areas and connecting hinterlands

The safeguarding and optimisation of donor populations and/or establishment of suitable stepping-stone biotopes are essential to the success of re-linking measures for particularly vulnerable species (especially small fauna).

Cover for large animals should be offered and the best-possible calming ensured close to wildlife crossings. Land uses in the areas around wildlife crossings that allow browsing to be tolerated (among other things thanks to the bundling of offsetting measures) are also important.

The channelling of corresponding biotopes all the way into the portal is absolutely necessary at all underpasses through which species of grassland or tall-herb biotopes in a broad sense are to be guided:

- Only properly designed wildlife crossings are accepted by relevant target species,

- stepping-stone biotopes and cover in the vicinity of wildlife crossings make them easier to reach, direct dispersal movements and increase the frequency with which crossings are used, and
- the connection of wildlife crossings to their hinterlands* multiplies the ecological benefits of expensive structures.

The design of structures, the landscaping of their surroundings and their connection to their hinterlands combine and influence each other reciprocally, but the dividing lines between the three types of measures show a great deal of common ground.

* Measures to connect crossings to their hinterlands are necessary to safeguard biological diversity over the long term and may also be needed to ensure the sustainable effectiveness of any offsetting measures. It is also possible for them to be required to direct the widely diverging routes taken by migrating species towards wildlife crossings.

Table 3:
Aims of (reasons for) various re-linking measures

<i>Type of measure</i>	<i>Principle aim of measure</i>
Design / landscaping of crossing structures and their approaches (r up to approx. 50 m)	Prevention / mitigation Rarely also: offsetting Or exceptionally: active nature conservation
Landscaping of surrounding areas (r up to 500 m)	Prevention / mitigation or offsetting Rarely: active nature conservation
Hinterland integration (r usually up to 5000 m; sometimes considerably more)	Rarely: prevention/mitigation Often: offsetting Or: active nature conservation

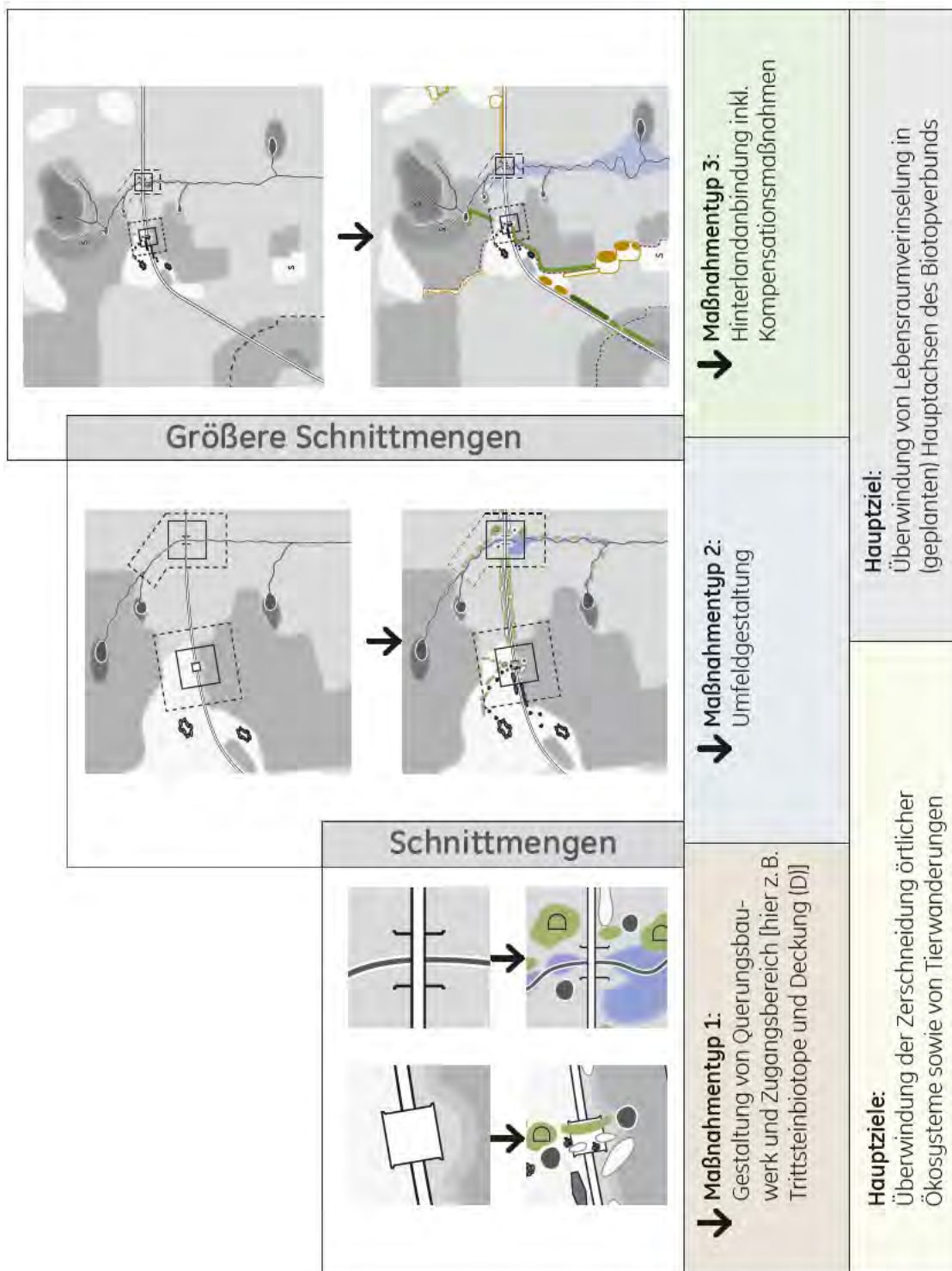


Abb. 51: Schnittmengen und Ziele von Bauwerks- und Umfeldgestaltung sowie Hinterlandanbindung (Legende siehe Abb. 52)

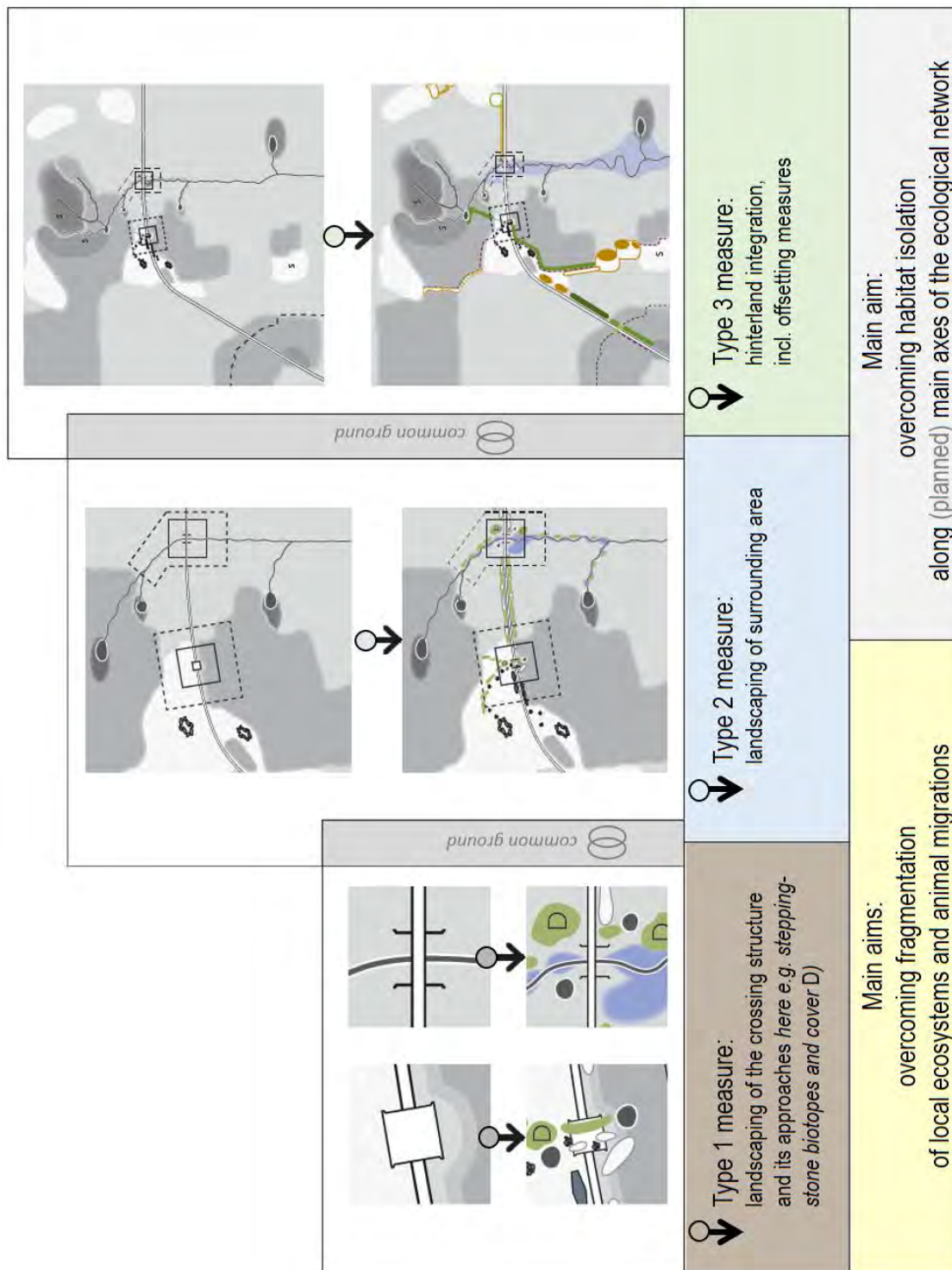


Fig. 50: Common ground between and aims for the design of structures, the landscaping of their surroundings and the connection of their hinterlands (see Fig. 51 for key)

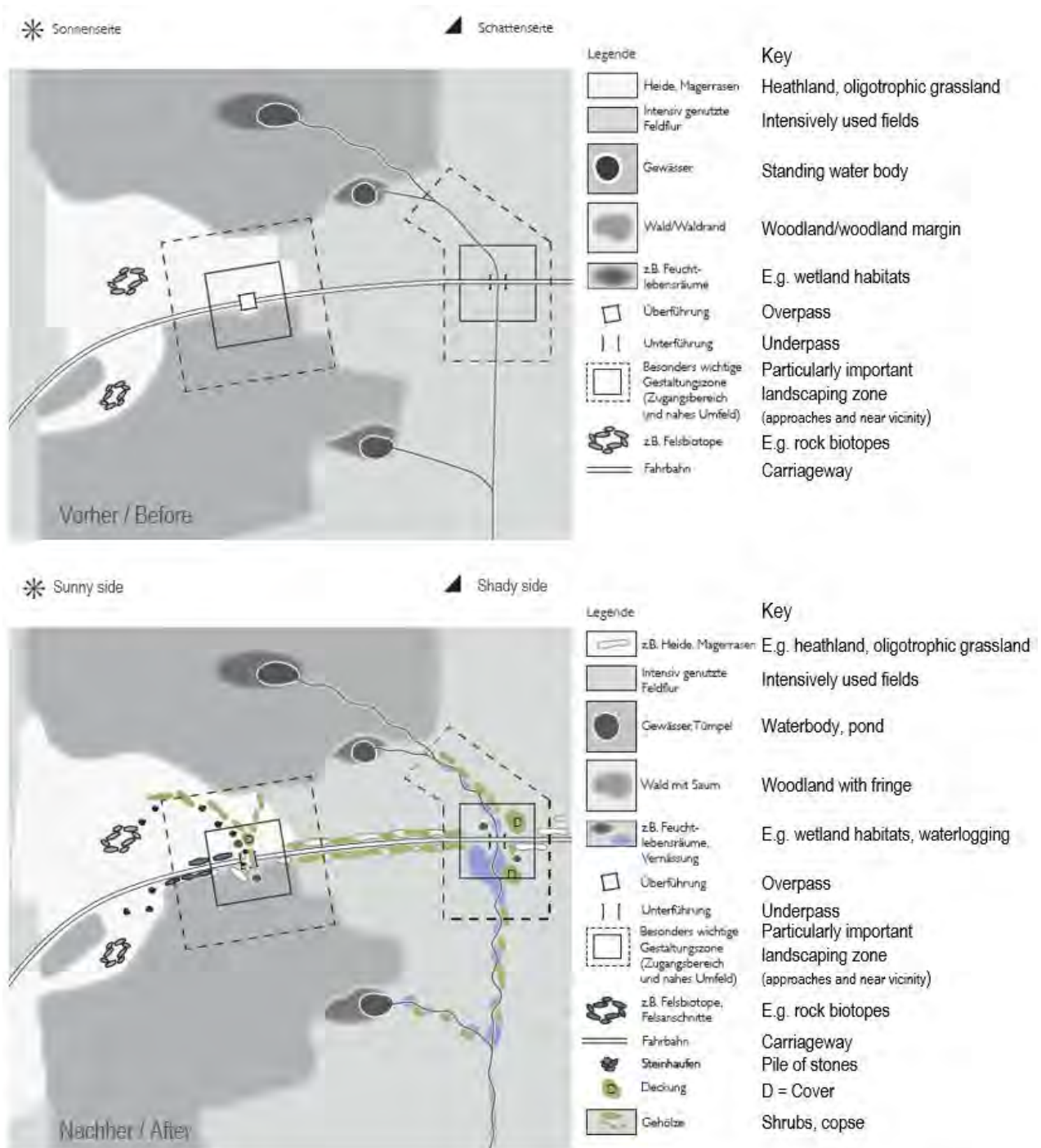


Abb. 52: Beispiel für die Umfeldgestaltung durch Trittsteinbiotope

Für jeweilige Zielarten und Ziellebensgemeinschaften können Querungshilfen mit komplementären Trittsteinbiotopen die Vermeidung erheblicher Zerschneidungswirkungen bzw. eine ausreichende Minderung der gesamten Zerschneidung sicherstellen (dabei ist für zahlreiche Arten die Anlage von Trittsteinbiotopen auch im Verkehrsbegleitgrün möglich).

Fig. 51 Example of surroundings landscaped with stepping-stone biotopes

For relevant target species and biocenosis, wildlife crossings with complementary stepping-stone biotopes can ensure the prevention of significant fragmentation effects and/or sufficient mitigation of overall fragmentation (while it is also possible to create stepping-stone biotopes for numerous species on roadside verges).

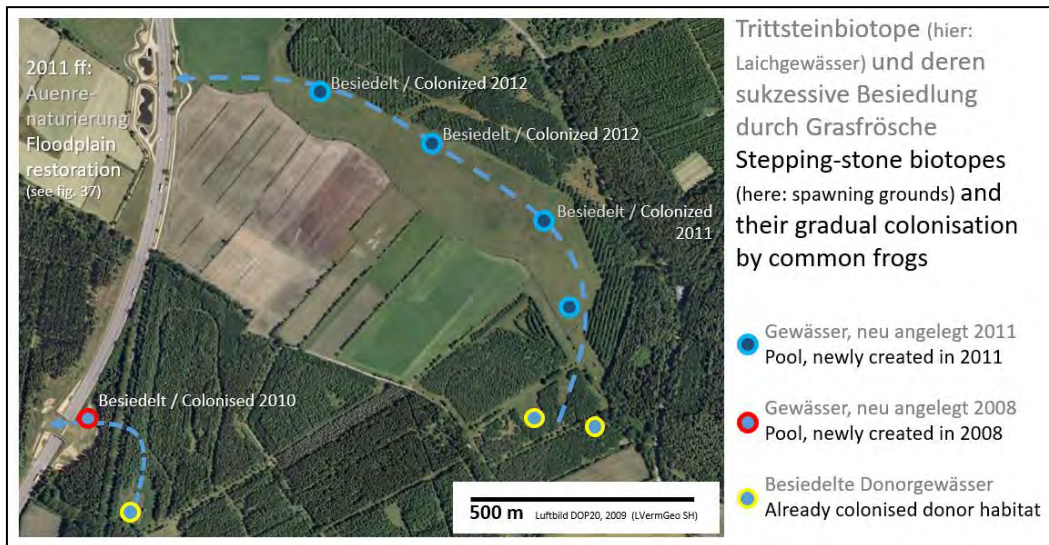


Abb. 53: Wirksamkeit von Trittsteinbiotopen

Durch zuführende Trittsteinbiotopie kann die Wirksamkeit von Querungshilfen erheblich gesteigert werden. Für einige Arten wirken Trittsteinbiotopie ausbreitunglenkend, meist führen sie aber dazu, dass Spenderpopulationen und damit Individuen näher oder in größerer Zahl im Bereich der Querungshilfe vorkommen. Fotomontage auf Basis LVerMA: H. Nissen, B. Schulz, H. Reck

Fig. 52: Effectiveness of stepping-stone biotopes

The effectiveness of overpasses and underpasses can be significantly increased with stepping-stone biotopes that channel animals towards crossings. For some species, stepping-stone biotopes have the effect of directing their dispersal (species with the capacity to explore over longer distances), but mostly they lead to donor populations and therefore individuals occurring closer to or in larger numbers around a wildlife crossing.

Trittstein- oder Ersatzbiotopie können auch dazu beitragen, die Zahl und Dimension von Querungshilfen in einem Zerschneidungsabschnitt zu reduzieren; vgl. Kapitel „Wechselwirkungen von Querungshilfen, Trittsteinbiotopen und der Stärkung von Donorbiotopen“ im Handbuch Wiedervernetzung (Langfassung). **Die notwendige Zahl und Lage von Trittsteinbiotopen ist jeweils davon abhängig, wie groß die Auftreffwahrscheinlichkeit jeweiliger Bewohner ist.**

Diese **Auftreffwahrscheinlichkeit** wird bestimmt durch

- die Zahl dismigrierender Tiere (Populationsgröße bzw. Zahl von Individuen an Grenzlinien),
- die Grenzlinienlänge und die Lage der Grenzlinien zueinander (Spiegelfronten**) sowie
- den Raumwiderstand zwischen den Biotopen.

Bspw. werden Wechselbeziehungen von Waldlebensgemeinschaften trotz Querungshilfen oft lang andauernd durch das „Freistellen“ der Baustelle für das jeweilige Bauwerk [Abb. 54 (1)] oder aufgrund mangelhafter Entwicklungspflege unterbrochen. Wichtig ist aber, schnellstmöglich wieder einen lückenarmen Gehölzkorridor zu entwickeln [Abb. 54 (2)]. **Der Mindestabstand zwischen Trittsteinbiotopen hierfür ist abhängig von den Spiegelfronten** der zu verbindenden Lebensräume (Abb. 55, Abb. 56).

** Spiegelfronten = sich gegenüber liegende Grenzlinien einander ähnlicher Lebensräume

Stepping-stone or substitute biotopes can also help to reduce the number and dimensions of wildlife crossings along a section of infrastructure that causes fragmentation. **In each case, the number of stepping-stone biotopes needed and their locations are dependent on how great the likelihood is of the relevant inhabitants finding their way to the wildlife crossing.**

The likelihood of animals finding their way to a wildlife crossing is determined by:

- the number of dismigrating animals (population size and/or number of individuals on boundary lines),
- the lengths of habitats' boundary lines and their locations relative to one another ('mirrored fronts**), and
- the spatial resistance between biotopes.

For example, despite a wildlife crossing, interrelations between woodland biocoenosis are often interrupted for protracted periods by the clearance of the construction site for the structure in question (Fig. 53 (1)) or on account of poor maintenance while the new vegetation is becoming established. What is important, however, is to develop a canopy with few gaps as quickly as possible again (Fig. 53 (2)). **The minimum distance between stepping-stone biotopes is dependent on the 'mirrored fronts'** of the habitats that are to be linked up (Fig. 54, Fig. 55).

** Mirrored fronts = boundary lines of similar habitats that face ('mirror') each other.

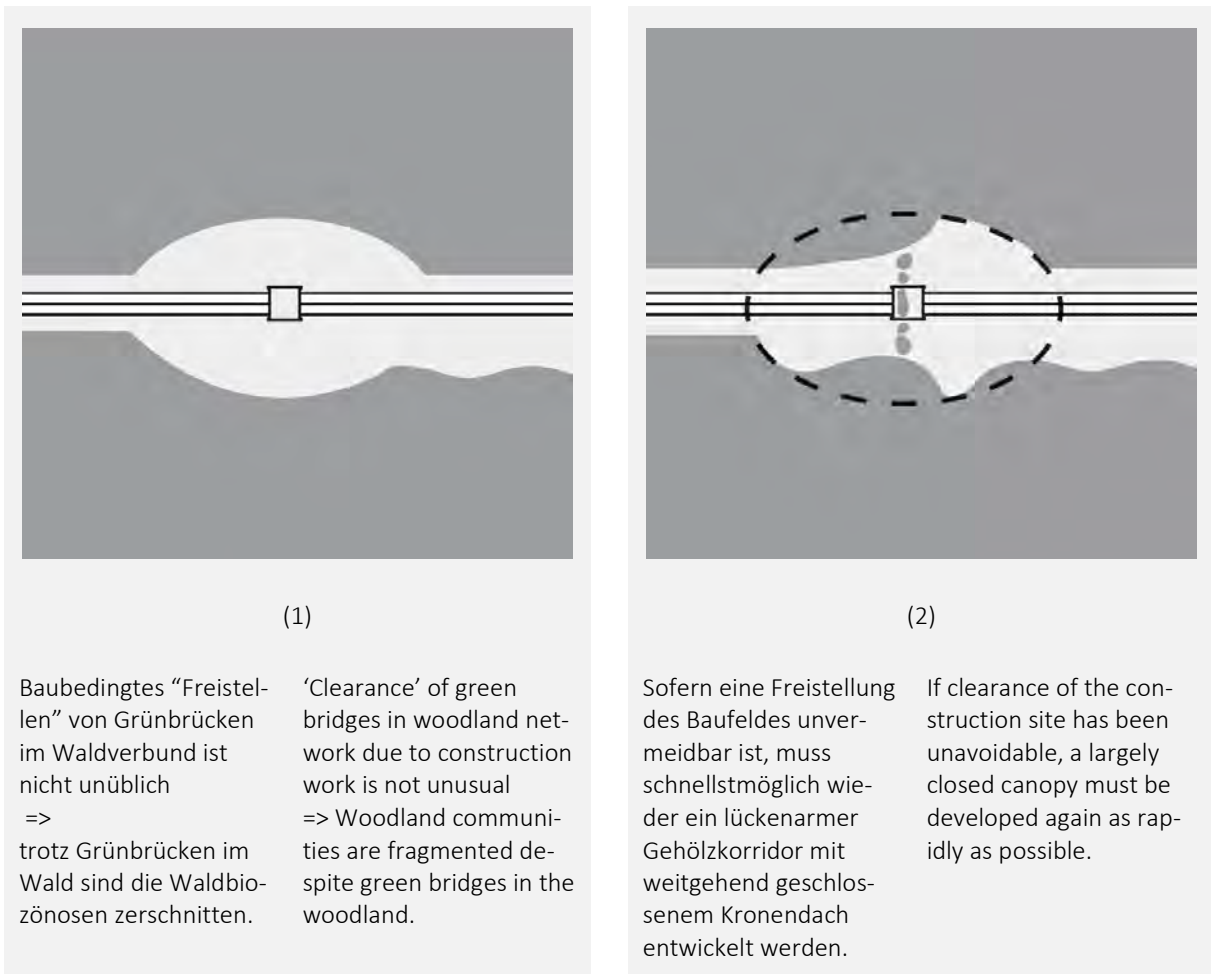
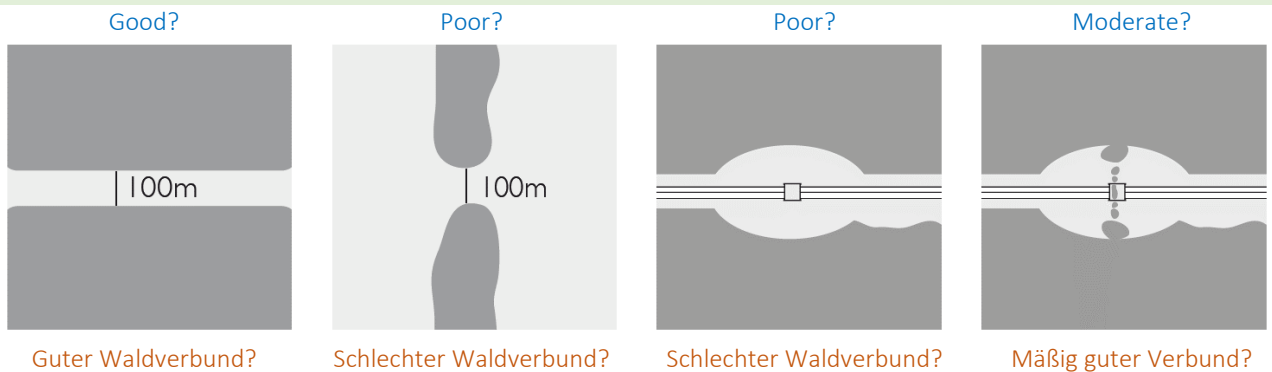


Abb. 54: Verbund von Waldlebensräumen über Querungshilfen hinweg
 Fig. 53: Networks of woodland habitats extending beyond wildlife crossings

*Same distances – different consequences for the linking of woodland coenosis:
 How good are the links between the woodlands sketched below?*



*Gleiche Abstände - unterschiedliche Konsequenzen für die Vernetzung von Waldzöten:
 Wie vernetzt sind die oben skizzierten Wälder?*

Abb. 55: Spiegelfronten von Lebensräumen und ihr Einfluss auf den Mindest-Abstand von Trittsteinbiotopen
 Fig. 54: 'Mirrored fronts' of habitats and their influence on the distances between stepping-stone biotopes ...

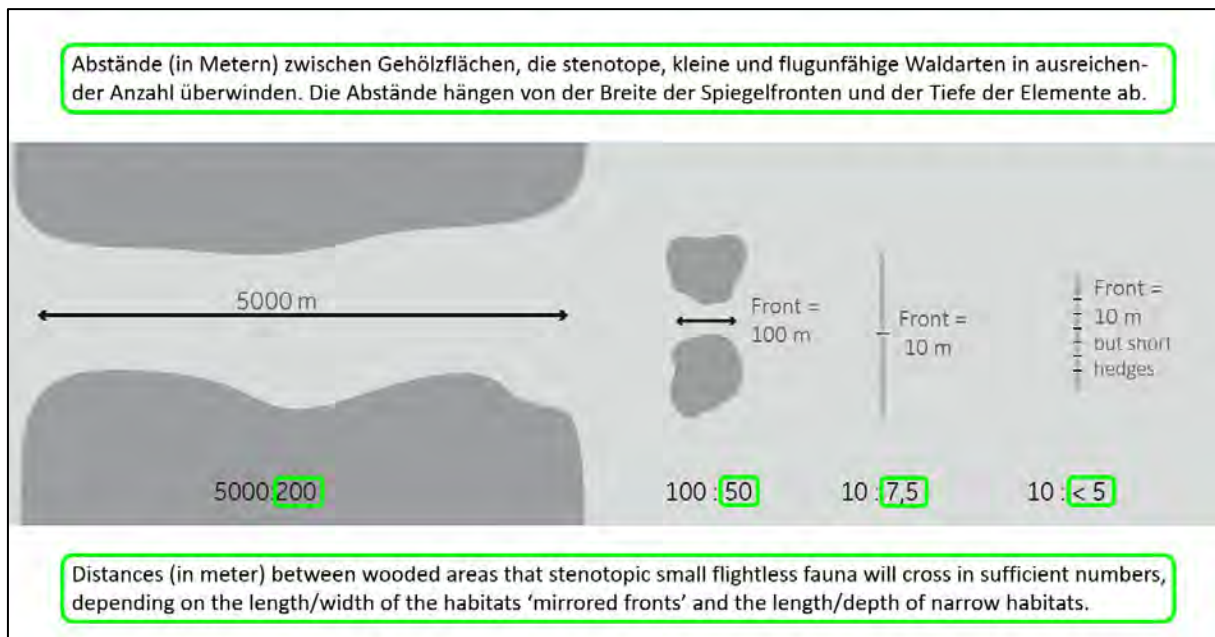


Abb. 56: Hypothesen zu überwindbaren Abständen zwischen Gehölzen in Abhängigkeit von der Länge/Breite der Spiegelfront und der Länge/Tiefe schmaler Lebensräume

<-> „Spiegelfront“ = Die Ausdehnung (Breite) von sich gegenüberliegenden Grenzen gleichartiger Lebensräume

Liegen sich größere Wälder über lange Spiegelfronten von ca. ≥ 5 km gegenüber (5000:200), wird reich strukturiertes Offenland (ohne besondere Barrieren) bei ≤ 200 m Abstand vermutlich noch regelmäßig von Waldarten überwunden. Bei kurzen Spiegelfronten von ca. 500 m werden regelmäßig noch Abstände von ca. 50 m überwunden und bei sehr kurzen Spiegelfronten von 10 m je nach Ausdehnung (Tiefe/Länge) der Gehölze 7,5 m (10:7,5) oder auch nur 5 m (10:<5)
[Annahmen, abgeleitet aus (zu wenigen) Untersuchungen zum Auftreten von Waldarten im Offenland und zur Nutzung von Offenlandkorridoren (Schneisen, Triften, Verkehrsbegleitgrün) im Wald]

Bei breiten Spiegelfronten können die Abstände zwischen z.B. Gehölzen also größer gewählt werden als bei schmalen; einzelne größere Abstände sind wiederum günstig, wenn z.B. kleine Magerrasenflächen quer oder diagonal zum Waldverbund vernetzt bleiben sollen.

Fig. 55: Hypothesen on the distances between wooded areas that stenotopic small flightless fauna will cross in sufficient numbers, depending on the length/width of the habitats 'mirrored fronts' and the length/depth of narrow habitats

<-> 'Mirrored front' = The extent (width) of facing boundaries of similar habitats.

If larger woodlands face each other along lengthy 'mirrored fronts' of approx. ≥ 5 km (5000:200), woodland species will probably usually cover distances ≤ 200 m across richly structured open land (without particular barriers). Where there are short 'mirrored fronts' of approx. 500 m, they often will still cover distances of approx. 50 m; and where there are very short 'mirrored fronts' of 10 m, distances of 7.5 m (10:7.5) or even just 5 m (10:5) will be covered regularly, depending on the extent (depth/length) of the wooded areas.

[Assumptions, derived from (too few) studies on the occurrence of woodland species in open land and the use of open-land corridors (rides, driving tracks, roadside verges) in woodland]

Where there are wide 'mirrored fronts', the distances chosen, e.g. between copse or forests, can therefore be greater than where there are narrow 'mirrored fronts'; in turn, some longer distances are favourable, e.g. if small patches of oligotrophic grass are to remain linked at right angles or diagonally to the woodland network.

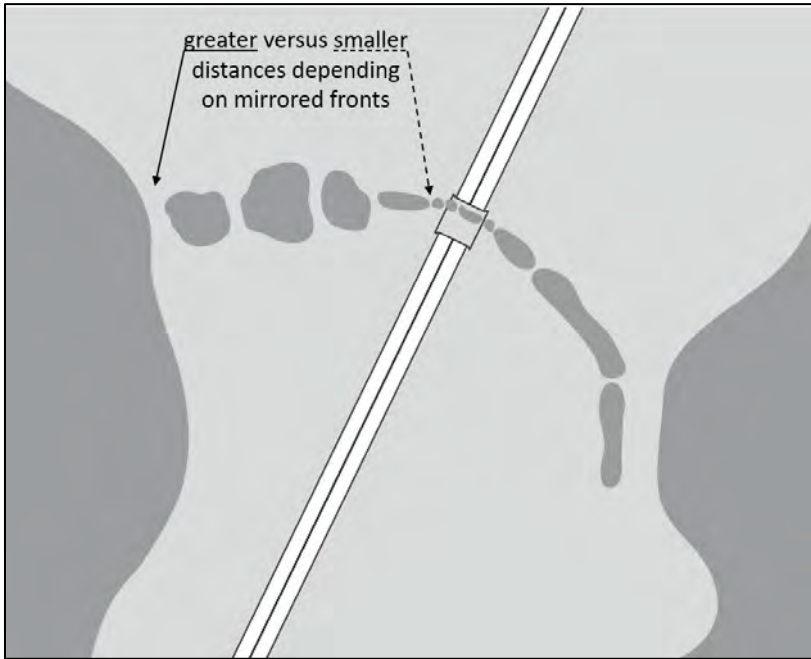


Abb. 57:
Gestaltungsalternativen in Abhängigkeit von der Breite jeweiliger Spiegelfronten (Schema)
– je nach der Breite der Spiegelfront sind geforderte Mindestabstände größer oder kleiner

Fig. 56: Landscaping alternatives depending on the width of 'mirrored fronts' (schematic)

Donorpopulationen sichern und stützen

Die Zahl erfolgreicher Querungen und damit die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Ausbreitungsvorgänge ist eng mit der Individuenzahl der nächst gelegenen Ausgangspopulationen verbunden. Deshalb ist für besonders schutzbedürftige Arten die Sicherung und Optimierung der Donorpopulationen bzw. die Einrichtung geeigneter Trittsteinbiotope wesentlich für den Erfolg von Wiedervernetzungsmaßnahmen.

Im Planungsverfahren sollte die Realisierbarkeit einer nahen Lage der Querungshilfen zu „Kernpopulationen“ vorrangig geprüft werden, denn insbesondere seltene, stenöke Kleintiere werden sich nicht (oder nur mit hohem Aufwand) über weite Distanzen leiten lassen. Die an Querungshilfen angrenzenden Flächen sind durch Ausbildung entsprechender Strukturen (gemäß den zu vernetzenden Lebensräumen) bzw. nach den Ansprüchen der jeweiligen Leitarten zu optimieren.

Safeguarding and supporting donor populations

The number of successful crossings and therefore the probability of successful dispersal processes are closely associated with the numbers of individuals in the most closely located populations of origin. This is why the safeguarding and optimisation of donor populations and/or the establishment of suitable stepping-stone biotopes are essential to the success of re-linking measures for particularly vulnerable species.

The feasibility of locating wildlife crossings close to 'core populations' should be examined as a priority during the planning procedure because rare, stenoeious small animals, in particular, will not allow themselves be guided over long distances (or only with a great deal of effort). The land that adjoins wildlife crossings is to be optimised by the development of appropriate structures (which resemble the habitats that are to be linked) and/or in accordance with the needs of the target species in question.

Hinterlandanbindung und die Einbettung von Querungshilfen in nachhaltig funktionsfähige ökologische Netze

Die Hinterlandanbindung von Querungshilfen soll in der Raumordnung gesichert und durch geeignete Landnutzung sowie ggf. spezielle Maßnahmen verwirklicht werden. Aufgrund der im Regelfall angestrebten bestmöglichen Lage der meisten größeren Querungshilfen zu Lebensraumnet-

zen, eignen sich Maßnahmen zur Hinterlandanbindung, die ja stets zu einer Optimierung der Lebensbedingungen schutzbedürftiger Arten führen, auch generell für die nachhaltige und kosteneffiziente Kompensation anderweitiger Eingriffe.

Connecting hinterlands and embedding wildlife crossings in sustainably functional ecological networks

The connection of wildlife crossings to their hinterlands is to be safeguarded in regional planning, and realised by means of suitable land use and special measures, as appropriate. Since planners usually aspire to place most larger wildlife crossings in the best-possible location relative to habi-

tat networks, measures for the connection of crossings to their hinterlands, which always lead to an optimisation of living conditions for vulnerable species after all, are also generally suitable for the sustainable, cost-efficient offsetting of other impacts

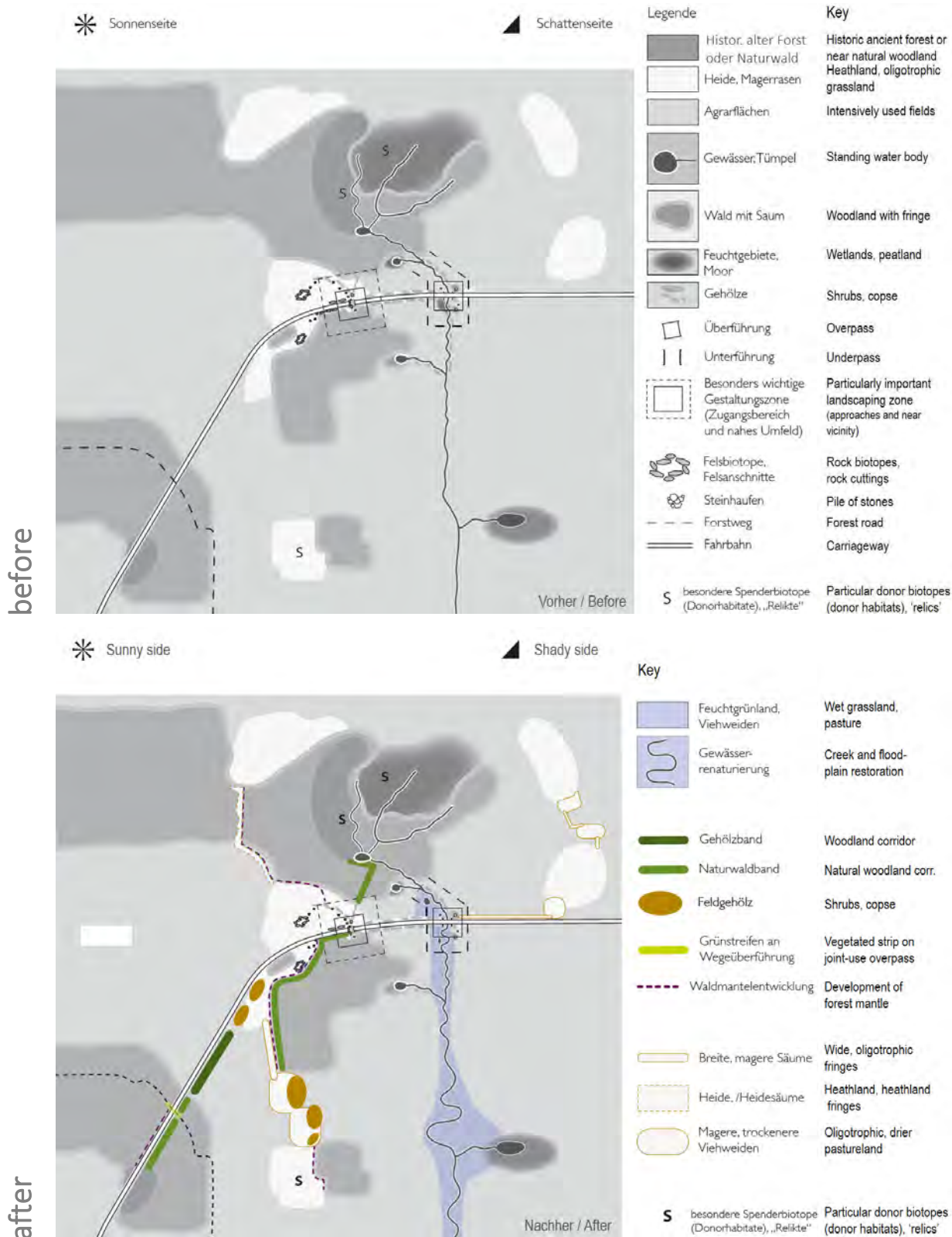


Abb. 58: Integration der Umfeldgestaltung durch Trittsteine in großflächige Maßnahmen zur Hinterlandanbindung und/oder kohärenten Kompensation

Hilfestellungen zur Hinterlandanbindung werden separat bereitgestellt (siehe Übersichten in Natur & Landschaft 12, 2013 bzw. www.lebensraumkorridore.de).

Fig. 57: The use of stepping stones to integrate the landscaping of surrounding areas into measures applied over wide expanses of land that connect crossings to their hinterlands and/or offset impacts coherently.

Assistance on the connection of crossings to their hinterlands is provided separately (see overviews published in Natur und Landschaft 12, 2013 and at www.lebensraumkorridore.de).

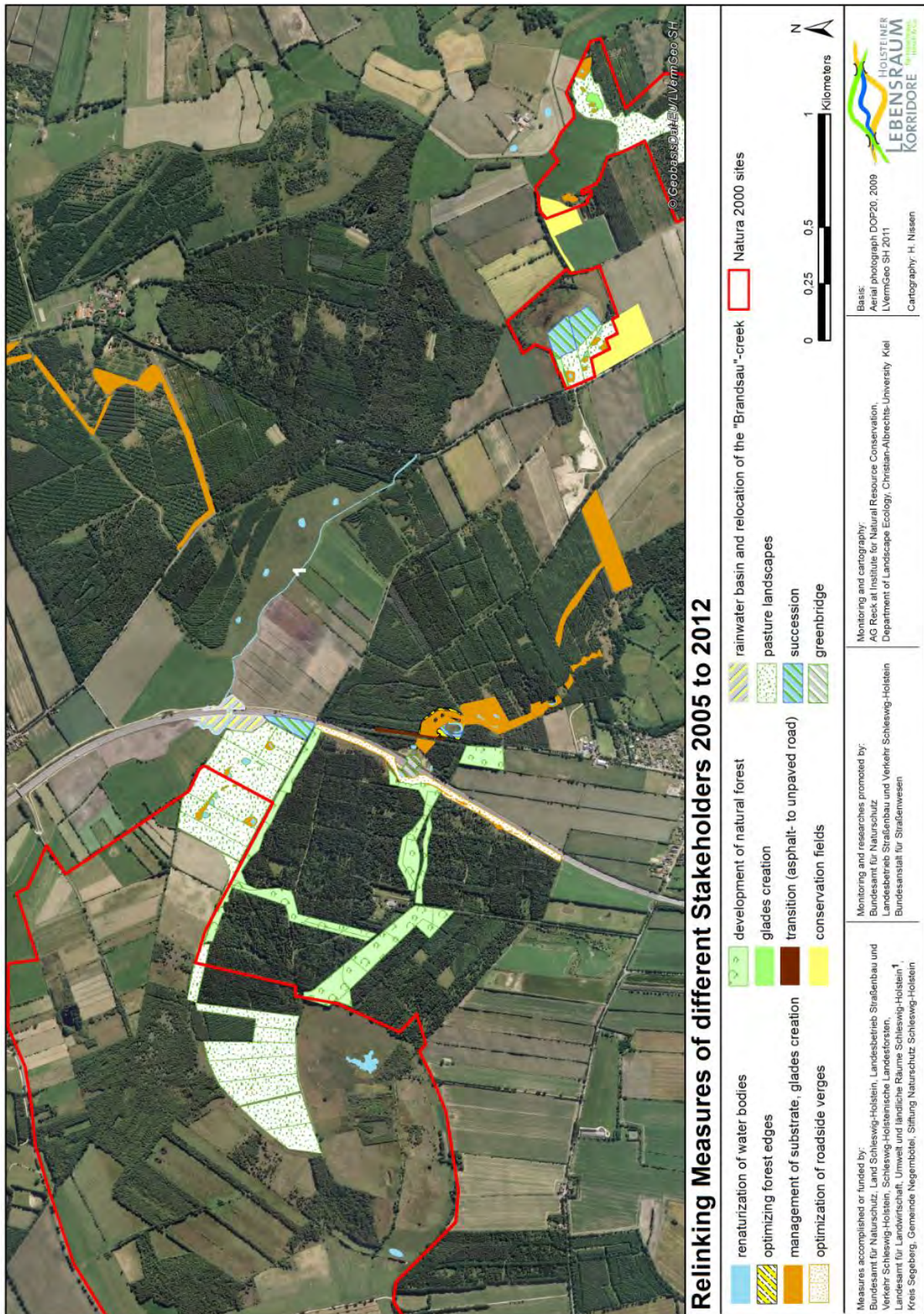


Fig. 58: Practical example of how to landscape surrounding areas and connect a crossing's hinterland

The quality of habitats in the areas surrounding wildlife crossings, the landscaping of such areas and the connection of crossings to their hinterlands are crucial in determining their functionality. The measures depicted mediate between existing biotopes, which are not highlighted separately. In the example shown, these biotopes are overwhelmingly located in Special Areas of Conservation; cf. Natur und Landschaft 88 (12).

Anhang: Vorläufige Hinweise¹⁷ zu Untersuchungen zur Ortsbestimmung, zum Projektentscheid und zur Definition der Aufgaben einer ortsspezifischen Ausführungsplanung für Querungshilfen¹⁸

Standards

- (1) zu den Inhalten einer Vorprüfung für die konkrete Standortermittlung von Querungshilfen
 - (2) zu Mindestinhalten von Vorlagen für den Projektentscheid und
 - (3) für die Vorbereitung der landschaftspflegerischen Ausführungsplanung (LAP) bzw. die Erstellung eines ortsspezifischen Pflichtenhefts für den LAP,
- müssen für Deutschland erst noch entwickelt werden; vorab soll auf fünf wesentliche Arbeitsschritte hingewiesen werden.

Arbeitsschritt 1: Auswertung vorhandener Informationen und Planungen für die genaue Orts- und Maßnahmenbestimmung

Bei Neuplanungen von Verkehrsinfrastruktur ergeben sich der konkrete Standort von und die Anforderungen an Querungshilfen aus einem abgestuften Verfahren im Rahmen der Eingriffsfolgenbewältigung (Strategische Umweltprüfung, Umweltverträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung). Landschaftsdaten sowie Daten zu Vorkommen von, für die biologische Vielfalt repräsentativen Arten, werden bei ordnungsgemäßer Durchführung so bereitgestellt (kartiert) und ausgewertet, dass alle Anforderungen an Querungshilfen definiert sind. Für die Plausibilitätsprüfung der Aussagen und eine Abschätzung nachhaltiger Funktionalität sollten für einen Umkreis von (a) 10 km bzw. (b) 3 km aber alle relevanten anderweitigen Planungen und Pläne sowie entsprechend vorhandene Kartierungen von Lebensräumen und schutzbedürftigen Arten vergleichend dazu betrachtet werden. Der Umkreis von 10 km (a) bezieht sich dabei auf überörtliche Pläne und Kartierungen, der Umkreis von 3 km auf lokale Planungen und Untersuchungen. Eine Liste typischer Unterlagen deren Auswertung dokumentiert werden muss, findet sich am Ende des Anhangs.

Erfordernisse für die Querungshilfen im Bestand der Verkehrsinfrastruktur ergeben sich nicht aus der Neuzerschneidung sondern i.d.R. aus bekannten, lokalen Konfliktstellen (Zerschneidung von Populationen oder Biotopen gefährdeter Arten oder hohe Verkehrsmortalität) oder aus Konflikten mit vorrangigen Achsen für die Wiedervernetzung bzw. den Biotop- und Schutzgebietsverbund. Anders als bei Neuplanungen von Verkehrswegen sind aber bei der Nachrüstung im bestehenden Netz keine aktuellen, eingriffsspezifischen Bestandskartierungen von Arten und Biotopen vorhanden und auch nicht erforderlich. Der Schwerpunkt liegt auf der Interpretation vorhandener Planwerke (s.o., Plausibilitätsprüfung). Lediglich lokal ergibt sich in den meisten Fällen unmittelbarer Kartierbedarf (Schritt 2). Entlang des Verkehrsbauwerks (bekannte Zerschneidungsabschnitte plus jeweils 0,5 km Überstand, mindestens aber 3 km des Verkehrsträgers) ist jedoch eine Überprüfung erforderlich, wie stark Barrieren ausgeprägt sind (welche Durchlassbauwerke oder Überführungen sind bereits vorhanden, welche Bauwerke mit „Mitbenutzungspotential“, wie sind diese ggf. an schutzbedürftige Biotope im Umfeld angebunden, welche Zäunungen existieren entlang des Verkehrsträgers und welche parallelen Barrieren gibt es im Nahbereich?)

Arbeitsschritt 2: Nutzungsanalyse sowie Biotopkartierung und cursorische Erfassung von Artenvorkommen sowie von Wildtierwechsellinien im Nahbereich geplanter Querungshilfen

Während für die Standortauswahl in der Regel vorhandene Informationen ausreichen, sind für die konkrete Planung und Gestaltung der Querungshilfe sowie ihres nahen Umfeldes aktuelle Kenntnisse über vorhandene Arten und Biotope erforderlich.

Im Umkreis von ca. 1 km sollten in einem Band von je 500 m entlang des Verkehrsträgers vorhandene Biotop- und Nutzungskartenkartierungen aktualisiert oder erstellt werden. Und in einem Band von je 50 m sollten starke Wildwechsel sowie, auf einer Übersichtsbegehung während der Vegetationsperiode, auffällige Vorkommen und Lebensraummerkmale von Tier- und Pflanzenarten repräsentativer Anspruchstypen registriert und interpretiert werden. Für die Umsetzbarkeit relevante Daten, die zusammengestellt werden müssen, sind: die Lage im Relief, potentielle

¹⁷ Es ist beabsichtigt, dass 2019 detaillierte planungs-methodische Vorgaben entwickelt werden

¹⁸ Einzelne Querungshilfen oder Kombinationen

Nutzungskonflikte mit aktuellen und mit geplanten Landnutzungen, die Verfügbarkeit von Grundstücken und ggf. die Abgrenzung von und die Zielsetzungen für Kompensationsflächen, eine Einschätzung der Vernetzungsqualität ggf. vorhandener Über- oder Unterführungen sowie der Barriere- und Fallenwirkung vorhandener Bauwerke.

Arbeitsschritt 3: Planungsempfehlungen und Aufstellen eines Gestaltungskonzeptes für die jeweilige Querungshilfe und für deren Zugangsbereich

In der Synthese ist es erforderlich Haupt- und Nebenziele der lokalen Querungshilfe(n) darzustellen und die relative Bedeutung einer Umsetzung im regionalen und überregionalen Kontext zu skizzieren.

Wesentliche Aufgaben bei der Entwicklung des Gestaltungskonzeptes sind:

- Die Darstellung der Zielarten (= repräsentative¹⁹, besonders von Zerschneidung betroffene, schutzbedürftige Arten sowie ggf. zusätzliche besonders oder streng geschützte Arten²⁰) sowie der Zielökosysteme (Entwicklungsbedingungen)
- Die Begründung der notwendigen Dimension der Querungshilfe und von technischen Einrichtungen auf und in Querungshilfen
- Die Darstellung der Anforderungen an die Oberflächengestaltung auf oder in jeweiligen Querungshilfen und in deren Umfeld (besonders wichtig ist die Wahl des Substrates, denn mit der richtigen Substratwahl kann das Pflanzenwachstum und damit die Lebensraumnutzung v. a. durch kleinere Arten wirksam gesteuert werden)
- Die Darstellung der Anforderungen an die Störungsfreiheit bzw. der Notwendigkeit von Nutzungsbeschränkungen.

Soweit erforderlich und möglich sollte das Gestaltungskonzept Anknüpfungspunkte zum Umfeld und zum Hinterland benennen.

Arbeitsschritt 4: Skizzierung der Hinterlandanbindung

Die möglichen Aufgaben für eine Hinterlandanbindung sollen benannt werden, genauso wie die Bedeutung für regionale, und/oder landes-, bzw. bundesweite Verbundsysteme und für die Kohärenz des Schutzgebietsnetzes mit besonderer Berücksichtigung von NATURA 2000.

Arbeitsschritt 5: Pflichtenheft für die ökologische Detailplanung und ein Monitoring

Auf Basis der Ergebnisse von Schritt 1 bis 4 (inklusive der zusammenfassenden Planungsempfehlung) kann ein Pflichtenheft (Aufgabenblatt) für die ökologische Detailplanung (inklusive ggf. notwendiger Ergänzungsrecherchen) entwickelt werden. Genauso lassen sich Hinweise für ein mögliches Monitoring, insbesondere zur Kontrolle der Zielerreichung ableiten (mögliche Indikatorarten und indikative vegetationsstrukturelle Merkmale sowie problemadäquate Erfassungsmethoden).

Relevante Planwerke

Unterlagen deren Auswertung dokumentiert werden muss.

Übergeordnete Planungen/Programme (Bund)

- Bundesverkehrswegeplan
<http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/entwurf-bvwp-2030-strasse.html>
- Bundesbedarfsplan (Netzausbau) <https://www.netzausbau.de/leitungsvorhaben/de.html>
- Bundesprogramm Wiedervernetzung <http://www.bmu.de/service/natur-naturschutz-biologische-vielfalt-download/artikel/das-bundesprogramm-wiedervernetzung/> in Verbindung mit
 - o Analysen zu Bundesweiten Prioritäten zur Wiedervernetzung von Ökosystemen und mit
 - o Analysen zu Länderübergreifenden Achsen des Biotopverbundes sowie zu
 - o bundesweit relevanten Lebensraumnetzen
(Informationen und GIS-Karten siehe naturschutzinformation@bfn.de)

¹⁹ Alle zerschneidungsempfindlichen Anspruchstypen repräsentierende Arten

²⁰ Siehe <http://ffh-vp-info.de>

Übergeordnete Planungen/Programme (Land)

- Landesentwicklungsplan (LEP) zur Identifikation weiterer Eingriffsplanungen, z. B. Ausweisung von Flächen für Windkraftanlagen, Photovoltaik, Leitungsbau bzw. zur Identifikation von Vorrangflächen und Vorbehaltsflächen für Nutzungen und für den Naturschutz
- Landesverkehrswegeplan soweit vorhanden
- Regionalplan
- Landschaftsprogramm
- Landschaftsrahmenplan (LRP) soweit vorhanden
- Biotopverbundplanung
sofern separat erstellt und nicht ausschließlich in anderen Planwerken enthalten, z. B. LEP oder LRP
- Schutzgebietsplanung inklusive Natura 2000
- Biotopkartierung soweit vorhanden
- Kompensationskataster soweit vorhanden
- Bedeutsame Artenvorkommen soweit vorhanden
- Ggf. Wildunfallkataster

Lokale Planungen/bestehende und geplante Nutzungen

- Flächennutzungsplan
- Landschaftsplan,
- ggf. relevante Grünordnungspläne und
- ggf. relevante Bebauungspläne
- Schutzgebietsverordnungen und Managementpläne
- Kompensationskataster soweit vorhanden

Attachment: Preliminary notes²¹ on the preparation of surveys for the location, the project decision and the definition of tasks for a site-specific landscaping plan for eco-passages²²

Standards

- (1) on the contents of assessment procedures for the exact location of eco-passages
- (2) on the minimum content of reports for project decision and
- (3) for the preparation of the landscaping plan (LP) or the creation of a site-specific specification for the LP, have yet to be developed for Germany; however, five essential steps are compiled in advance.

Step 1: Evaluation of existing information and plans

In the case of new planning of transport infrastructure, the concrete location of and the ecological requirements for passages result successively from Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Impact Regulation. Proper execution provided, landscape data, as well as data on occurrences of representative species will be given (mapped) and analyzed, so that all requirements for passages are defined. For the necessary plausibility check all other relevant plans as well as corresponding maps of habitats and species in need of protection should be compared for a radius of (a) 10 km or (b) 3 km. The 10 km radius (a) refers to supra-local plans, the 3 km radius to local plans and surveys. A list of typical documents can be found at the end of the Annex.

Requirements for eco-passages in the already existing transport infrastructure network arises from known, local conflict sites (e.g. fragmentation of populations or biotopes of endangered species or high traffic mortality) or from conflicts with real or planned main habitat corridors. In such case current and impact-specific biodiversity-inventories are rarely available and rarely required too. The focus is on the interpretation of existing plans (see above, plausibility check) for the larger area. Remaining mapping needs for the local spot are described in step 2. However directly along the transport structure (known fragmentation section plus 0.5 km overhang or at least 3 km) a barrier check is required (which underpasses or overpasses are already present, which 'structures with potential for joint use', how are these possibly linked to habitats in the surrounding, which fences exist and which parallel barriers exist?).

²¹ A detailed planning methodology will be developed in 2019.

²² Individual passages as well as combinations

Step 2: Analysis of land use as well as biotope mapping and cursory recording of species and deer paths nearby the planned eco-passage.

While existing information usually suffices for site selection, up-to-date knowledge of existing species and biotopes is required for the concrete planning and design of the passage and its close environment. Within a radius of about 1 km, existing biotope and land use maps should be updated in a span of 500 m each parallel to the transport carrier. In a span of 50 m each deer paths and (on a cursory tour during the vegetation period) remarkable species sightings should be recorded and interpreted.

Step 3: Final recommendation for decision making and design concept

For decision making it is necessary to identify the main and secondary objectives of the proposed eco-passages and to outline the relative importance of an implementation in the regional and supraregional context of protected areas and/or ecological networks.

Essential contents of the design concept are:

- The selection of representative target species²³ and target ecosystems (requirements, development conditions)
- The justification of the necessary dimension of the passage and of specifically needed technical equipment
- The requirements for the surface design and soils (the choice of the substrate is particularly important, because with the right choice of substrate, plant growth and thus the habitat utilization can be effectively controlled)
- The requirements for avoiding disturbance or the need for restrictions on use.

As far as necessary and possible, the design concept should define linkages to the hinterland integration.

Step 4: Draft sketch of the hinterland integration

Possible tasks for landscaping surrounding areas over wide expanses of land to connect the passage to the hinterland should be listed with special regard on the coherence of NATURA 2000.

Step 5: Specifications for the detailed landscaping plan (LP) and a monitoring

On the basis of the results of steps 1 to 4, a specification or task sheet (including detailed instructions for any necessary supplementary surveys) for the LP can be developed. Additionally indications for a possible monitoring should be derived, in particular for the control of the achievement of goals (possible indicator types and indicative structural features as well as sufficient methods).

²³ Collectively representing all species types that are susceptible to fragmentation and the strongly protected species as well (see <http://ffh-vp-info.de>)

Relevant plans in Germany

(explanations e.g. https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsplanung/landscape_planning_basis.pdf)

Plans on federal level

- Federal transport infrastructure plan
- Federal power network expansion plan
- Federal defragmentation programme combined with results on
 - o national priorities for overcoming barriers
 - o transnational habitat network as well as
 - o Nationally relevant habitat networks
 (GIS maps see nature-schutzinformation@bfn.de)

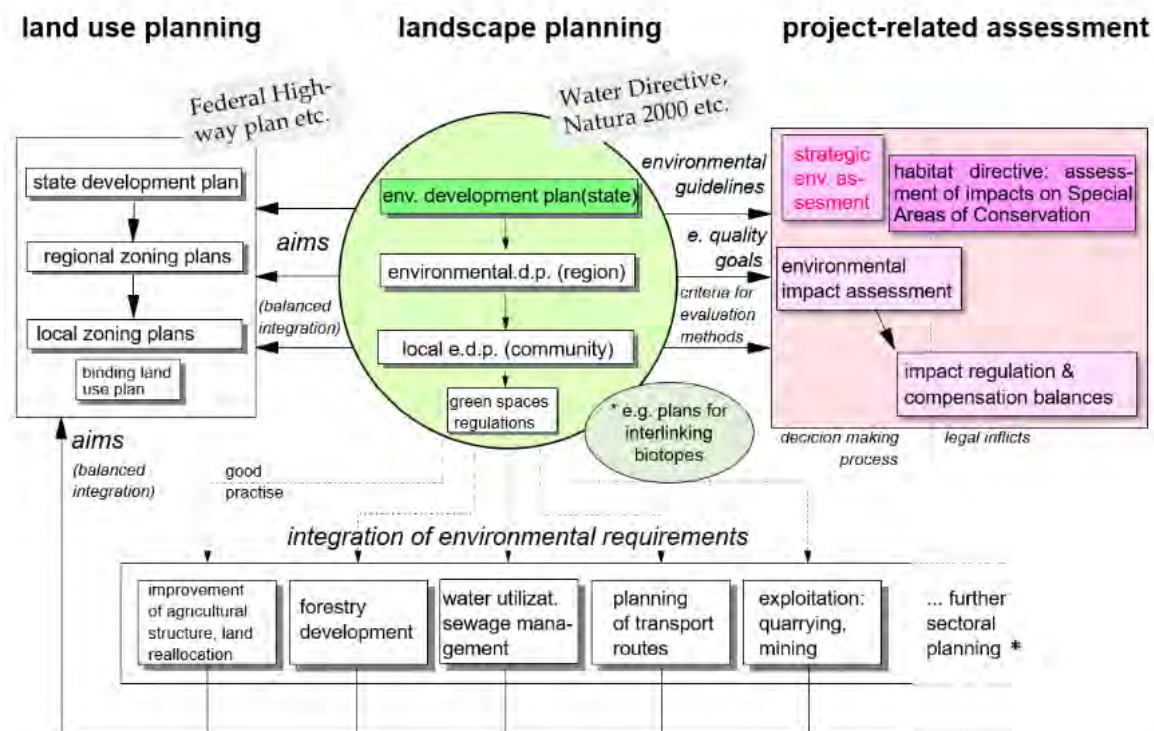
- Network Natura 2000 and systems of nature conservation areas
- Results of state-wide habitat mapping, if available
- State-wide register of offset areas
- State-wide register of protected or vulnerable species, if present
- State-wide roadkill register

Plans on state level

- State Development Plan
- State transport infrastructure plan, if available
- Regional zoning plan
- State environmental development plan or landscape program
- Regional environmental development plan, if available
- State-wide plans for interlinking biotopes, if not integrated in other plans

Plans on local level

- Local zoning or land use plan
- Local environmental development of landscape plan
- If relevant, plans on green spaces regulations
- If relevant, binding land use plans
- Regulations and management plans for affected nature reserves
- Compensation register if available
- Offset area registers of local administrations



Environmental planning in the FRG: Instruments related to landscape planning according to the Federal Nature Conservation Act
after JESSEL & RECK 1999

Fig. 59: Planning instruments in Germany

