

Erfassung und Bewertung der Landschaftszerschneidung im Landkreis Wernigerode / Harz

STEPHANIE GRAU

Abstract

STEPHANIE GRAU: Analysis and evaluation of landscape dissection of the district Wernigerode / Harz. - Hercynia N. F. 31 (1998): 13- 32.

In this article first computer processed results on landscape dissection of the district Wernigerode (Saxony-Anhalt) were presented. The term "landscape dissection" is based on landscape-ecological model approaches. The concept distinguishes between causes of dissection (technogenous linestructures, material- or energystreams) and effects of dissection concerning animal movements. The statewide applicable methods for analysing and evaluating the dissection of landscape were shortly explained.

The results content data of potential dissection elements (footpaths, roads, railways, power lines), of dissection effects (barrier-, disturbance- and collision effect), of the largest undissected areas and their value as resting places for species sensitive to disturbance and parameter of dissection per area.

Keywords: landscape dissection, structural barriers, disturbance effect, collision effect, undissected areas

1. Anlaß und Problemstellung der Untersuchungen

Schon Mitte der 80er Jahre verfügte die Bundesrepublik Deutschland über das viertdichteste Straßennetz der Welt (BRÜCKNER 1985). Mitte der 90er Jahre überspannten das vereinte Deutschland bereits über 228.600 km Straßen des überörtlichen Verkehrs, über 88.500 km Eisenbahnlinien und knapp 2.500 km Rohrleitungen (STATISTISCHES BUNDESAMT 1996). Allein dadurch würde sich theoretisch eine mittlere Netzdichte von über 1 km/km² ergeben. Unberücksichtigt sind in diesem Wert die Gemeindestraßen, Feld- und Waldwege, Freileitungen und sonstige Infrastrukturen (vgl. auch JEDICKE 1994, LOSCH 1992).

Das Verkehrswegenetz wurde nicht nur immer engmaschiger, sondern auch immer intensiver genutzt. Mit dem gestiegenen Verkehrsaufkommen und den zunehmenden Fahrtgeschwindigkeiten erhöhten sich - trotz technischer Verbesserungen an den Fahrzeugen und Verkehrswegen - auch die verkehrsbedingten Emissionen (Abgase, Geräusche etc.) (z.B. UBA 1995, ULLRICH 1994). Der sprunghafte Mobilitäts- und Motorisierungsanstieg nach 1990 im Osten Deutschlands führte zu einer besorgniserregenden Erhöhung der verkehrsbedingten Mortalitäten bei verschiedenen Tierarten (z.B. NICOLAI 1994, STUBBE et al. 1993).

Die derzeitige Entwicklung zeigt also folgende Trends:

- ein immer dichter werdendes Geflecht der meisten Verkehrswege (insbesondere der Straßen),
- immer stärkere verkehrsbedingte Emissionen sowie breitere Immissionsbänder und damit
- immer undurchlässiger werdende "Trennlinien" für wandernde Tiere.

Dagegen steht der nahezu gegenläufige Trend immer kleiner werdender (verkehrs)immissionsfreier Gebiete (z. B. REICHELT 1979) und der zunehmenden Isolation von Lebensräumen (z.B. MADER 1980, MADER 1985).

Um den Konsequenzen dieser Trends zu begegnen, gehört seit Mitte der 80er Jahre der Biotopverbund zu den Hauptstrategien des Naturschutzes in Deutschland (z.B. JEDICKE 1994, SCHREIBER 1988), welcher in den 90er Jahren in politische Willensbekundungen von der kommunalen Ebene bis zur europäisch-internationalen Ebene aufgenommen wurde (z.B. LANA 1993, REG 1992). Ebenso wurde von Seiten der Raumordnung ein umfassender Freiraumschutz sowie der Aufbau eines ökologischen Verbundsystems gefordert (MKRO 1992, MKRO 1995). Das Land Sachsen-Anhalt griff diese Forderungen im Landschaftsprogramm auf: „Zur weitgehend ungestörten Erhaltung und Entwicklung von Fauna und Flora ist ein funktional zusammenhängendes Netz aus ökologisch bedeutsamen Freiräumen (ökologisches Verbundsystem) aufzubauen“ (MU S.-A. 1994b). Die Planung des Ökologisches Verbundsystem (ÖVS) erfolgte in mehreren Teilprojekten, wovon eines der Analyse der Zerschneidung im Land Sachsen-Anhalt gewidmet war (MU S.-A. 1994a, LAU 1997).

Die Erarbeitung eines Konzeptes zur Zerschneidungsanalyse, die Entwicklung von Methoden zur Erfassung und Bewertung der Zerschneidung und deren pilothafte computergestützte Umsetzung in anwendungsbereite Kartenerstellungsprogramme für den Landkreis Wernigerode waren Gegenstand einer Diplomarbeit (GRAU 1997a). Die Ergebnisse der Zerschneidungsanalyse für den Landkreis Wernigerode sollen im Folgenden vorgestellt werden (Abschnitt 6). Doch im Vorfeld werden folgende Fragen erläutert:

- Was ist überhaupt "Zerschneidung" ? (Abschnitt 2)
- Wie wurde "Zerschneidung" erfaßt und bewertet? (Abschnitt 5).

2. Landschaftsökologische Modellvorstellungen - Was ist "Zerschneidung"?

Um den Begriff Zerschneidung überhaupt definieren zu können, ist es notwendig, Modellvorstellungen zu Grunde zu legen. Die Modellbildung beruht auf dem Vergleich und der Typisierung der aus einer 'unüberschaubaren' Zahl von Einzelbestandteilen bestehende Landschaft. Nach FORMAN *et* GODRON (1986) setzt sich eine Landschaft in der größten Abstraktion aus flächigen, linienhaften und punkthaften Elementen zusammen, die durch Grenzen voneinander getrennt und in eine Matrix (im Sinne von Umgebung) eingebettet sind. Hinsichtlich der Zerschneidungsproblematik sind die linienhaften Elemente von vorrangigem Interesse. Ihrer Funktion nach können sie für sich aktiv oder passiv fortbewegende Materie (Energien, Stoffe, inklusive Lebewesen) ein Korridor, ein Aufenthaltsort (Habitat) oder eine Barriere sein. Gleichzeitig können sie sowohl Quellen (Emissions-) als auch Senken- (Immissions-)funktion besitzen (BENNETT 1991, FORMAN 1991, ZANDE *et al.* 1980). Analog trifft dies auch für Stoff- und Energieflüsse zu. Der Begriff Zerschneidung kann in bezug auf biotische (Pflanzen, Tiere), abiotische Objekte (Fließgewässer, bodennahe Luftschicht etc.) oder in bezug auf das Landschaftsbild angewandt werden.

Für die Begriffsdefinition und Methodenentwicklung standen bei diesem Ansatz tierökologische Aspekte im Vordergrund, da darüber die meisten Einzeluntersuchungen vorliegen (z.B. BARANDUN 1990, KRUCKENBERG *et al.* 1998, MADER 1979, OXLEY *et al.* 1974, RECK *et* KAULE 1993). Als Zerschneidungen wurden deshalb alle linienhaften, technogenen ('künstlichen') Strukturen, Stoff- und Energieströme (= Trassen) bezeichnet, von denen Barriere-, Emissions- oder Kollisionseffekte auf Tiere ausgehen können (potentielle Zerschneidungselemente).

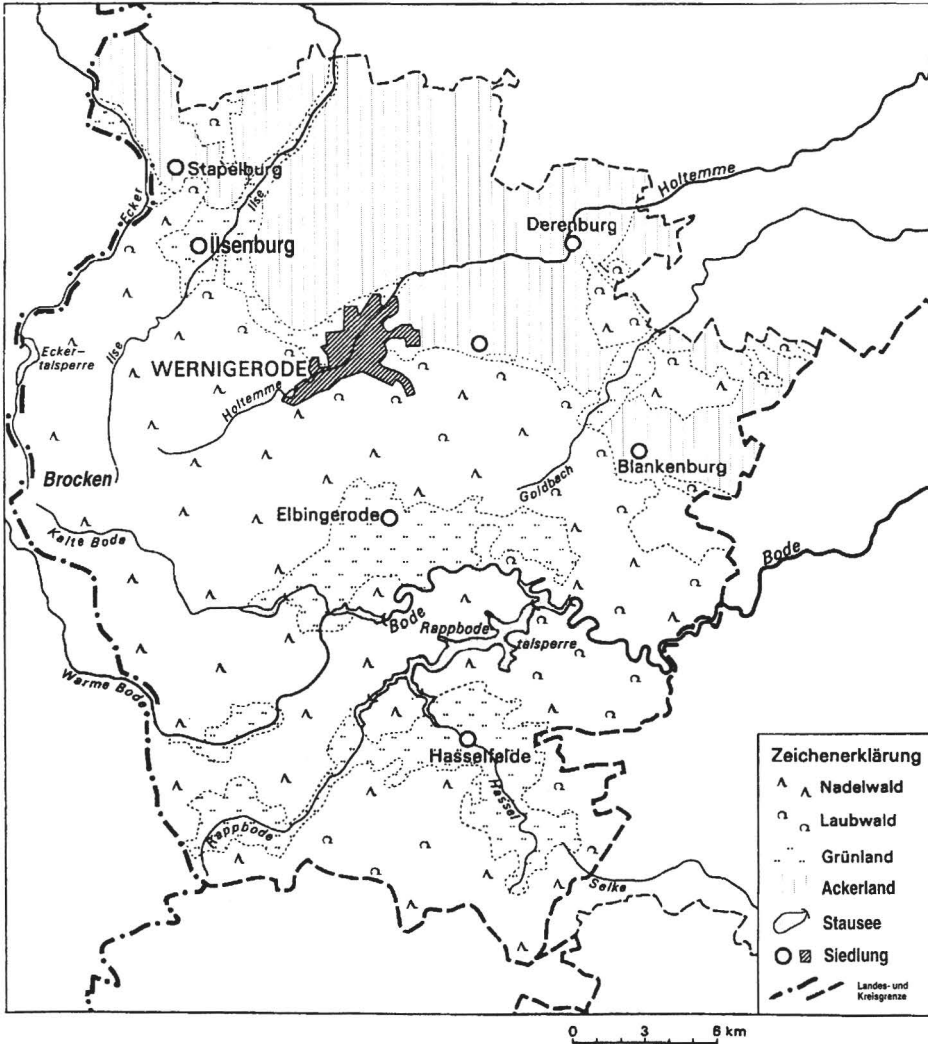


Abb. 1 Landkreis Wernigerode: Hauptflächennutzung (Grau 1997a, nach IFU D. AdPW 1988, aktualisiert und verändert)

Während der Barriereeffekt aus strukturellen Trasseneigenschaften resultiert (anlagebedingt), ergeben sich der Emissions- ('Störungen'!) und der Kollisionseffekt (z.B. Über- oder Anfahren durch Kfz) aus der Nutzung der Trasse (betriebsbedingt). Alle drei Effekte schränken das erfolgreiche Überqueren von Trassen durch Tiere ein.

3. Rechentechnische Rahmenbedingungen

Um aus den Modellvorstellungen anwendungsbereite Methoden entwickeln zu können, wurden alle methodischen Überlegungen von Anfang an auf ihre rechentechnische Umsetzbarkeit geprüft. Für die rechentechnische Bearbeitung konnte ein Geographisches Informationssystem (GIS) mit der Software ARC/Info (ESRI 1996, Vollversion 7.0.4 auf Unix-Workstation) genutzt werden. Als Hauptdatengrundlage stand die luftbildgestützte Biotop- und Nutzungstypenkartierung für das Land Sachsen-Anhalt (1:10.000; LAU 1994) zur Verfügung. Da die Planung des ÖVS letztendlich auf Landkreisebene (1:50.000) erfolgen sollte, bot es sich an, als Beispielgebiet einen Landkreis Sachsen-Anhalts auszuwählen. Die Biotop- und Nutzungstypenkartierung lag digital zuerst für den Landkreis Wernigerode vor (LAU 1995).

4. Beispielgebiet - der Landkreis Wernigerode

Der knapp 800 km² große Landkreis befindet sich im Westen Sachsen-Anhalts, an der Grenze zu Niedersachsen. Das nördliche Drittel umfaßt das vorwiegend ackerbaulich genutzte und dicht besiedelte Nördliche Harzvorland. Die anderen zwei Drittel werden von den Hochflächen des Mittel- und Hochharzes (mit dem Nationalpark Hochharz, inklusive des Brockenmassivs) mit vorwiegend forstwirtschaftlicher Nutzung eingenommen. Nur im Umfeld der Harzsiedlungen befinden sich größere Grünländereien (Abb. 1). Zwischen beiden Landschaftseinheiten erstreckt sich der steilhängige Nordharzrand. Entlang seines Fußes und verläuft ein fast geschlossenes Siedlungsband mit den Städten Ilsenburg, Wernigerode und Blankenburg, welches durch die Bundesstraße B6 verbunden wird. Weitere Fernverkehrsstraßen (B27, B244, B81, B242) und Eisenbahnlinien (Halberstadt - Vienenburg, Halberstadt - Osterwieck, Blankenburg - Königshütte, Harzquerbahn; Wernigerode - Nordhausen, Brockenbahn u.a.) durchziehen den Landkreis (vgl. LALV 1997).

5. Verwendete Methodik - Wie wurde die Zerschneidung erfaßt und bewertet ?

5. 1. Erfassung der potentiellen Zerschneidungselemente

Mittels der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (LAU 1995) konnten folgende potentielle Zerschneidungselemente (ZE) erfaßt werden: unbefestigte und befestigte Wege, zweispurige und mehrspurige Straßen (Autobahnen), Eisenbahnstrecken, Kanäle und Staudämme. Zusätzlich wurden anhand der amtlichen topographischen Karten (1:10.000; MNV 1982-90) die Eisenbahnstrecken differenziert (schmal-, ein- und zweigleisig) und Freileitungstrassen digitalisiert. Die Darstellung erfolgte im Maßstab 1:50.000 (GRAU 1997a).

5. 2. Bewertung der Zerschneidungseffekte

Ob diese potentiellen ZE überall Barriere-, Emissions- oder Kollisionseffekte aufweisen und wie stark diese Effekte jeweils ausgeprägt sind, konnte erst die abschnittsweise rechnergestützte Bewertung zeigen. Die Bewertung erfolgte nach der Prämisse, daß die von den Trassen ausgehenden Zerschneidungseffekte dort am höchsten (negativsten) zu beurteilen sind, wo die stärksten Kontraste zwischen Trasse und Umfeld auftreten

(Kontrast als Bewertungsmaß). Das bedeutet beispielsweise, daß ein und dasselbe ZE in städtisch-industrieller Umgebung, wo in der Regel relativ hohe Geräuschemissionen zu verzeichnen sind, einen niedrigeren Emissionseffekt aufweist als außerhalb von Städten / Industriegebieten (geringerer Geräuschpegel). Konkret basiert die Ermittlung des Kontrastes auf dem Vergleich des jeweiligen ZE-abschnitts mit dessen Umfeld (angrenzende Biotop- und Nutzungstypen) hinsichtlich der wesentlichsten Eigenschaften, die sich aus den effektspezifischen Bewertungskriterien ergeben (vgl. folgende Abschnitte).

5. 2. 1. Bewertung des Barriereeffektes

Für den Barriereeffekt stellen nach Auswertung zahlreicher tierökologischer Untersuchungen das Mikroklima und die Raumstruktur die wesentlichsten Eigenschaften, die das Bewegungsverhalten epigäischer Tierarten beeinflussen, dar. Die mikroklimatischen und raumstrukturellen Eigenschaften wurden für jedes potentielle ZE (außer Kanäle und Staudämme) und alle möglichen Biotop- und Nutzungstypen des Umfeldes (außer Gewässer) über Indikatoren (Vegetationshöhe, -dichte, Bodenfeuchte und Befestigung) charakterisiert und anschließend verglichen. Das Ergebnis des Vergleichs bildete jeweils die mikroklimatisch-raumstrukturelle Kontraststärke. Diese Kontraststärke eines ZE-abschnitts wurde als sehr hoch gewertet, wenn seine Indikatorenprägungen sich von der des Umfeldes kraß unterschied (Beispiel: trockene, ebene Straße zerschneidet einen Feuchtwald). Ein ZE-abschnitt, welcher sich in seiner Indikatorenprägungen nicht vom Umfeld unterschied (Beispiel: trockene, ebene Straße grenzt an eine Parkplatzfläche), erhielt eine Kontraststärke von Null und zählte damit nicht zu den wirklichen ZE-abschnitten. Als weiteres Bewertungskriterium fand die Trassen- und Randbreite der wirklichen ZE-abschnitte Berücksichtigung (Durchschnittsbreiten nach LAST 1993, 1996a, HSB 1995 und Normbreiten nach FIEDLER 1980, FGSV 1982 u. a.).

Je höher die Gesamtbreite (Trassen- plus Randbreite) und je höher die Kontraststärke eines ZE-abschnitts ist, desto höher fällt seine Barrierestärke aus (Tab. 1). Die Barrierestärke gilt damit als ein Maß für die Überquerbarkeit der Trassen durch epigäisch lebende Tiere. Ohne Zweifel stellt z. B. die Barriere 'zweispurige Straße' für polyhygre und oligotherme Tierarten ein ungleich größeres abiotisches „Hindernis“ dar als für Arten lichter, felsiger Standorte. Der Wert 'stark ausgeprägt' stellt z.B. für polyhygre Schneckenarten ein unpassierbares Hindernis dar (2-spurige Straße; MARTIN *et* ROWECK 1988), während gleichrangig einzu-

Tabelle 1 Barrierestärken ausgewählter potentieller ZE in verschiedenen Umfeldern

Umfeld ZE (mit Gesamtbreite)	vegetationslos	Äcker, Rasen	Feuchtwiesen, Moore	Feuchtwälder
unbefestigte Wege (2 m)	null	sehr schwach	schwach	schwach
befestigte Wege (5 m)	sehr schwach	schwach	schwach-mäßig	schwach-mäßig
Freileitungen (15 m)	ohne*	ohne*	schwach-mäßig	mäßig
zweispurige Straßen (18 m)	sehr schwach	schwach-mäßig	mäßig	stark
zweigleisige Eisenbahn- strecken (21 m)	null	schwach-mäßig	mäßig	stark

* Freileitungstrassen weisen bei der Durchschneidung von nicht bewaldeten Flächen keinen mikroklimatisch-strukturellen Kontrast auf, so daß ihre Barrierestärke unabhängig von ihrer Gesamtbreite immer den Wert Null ergibt.

stufende Schotterstraßen (> 15 m) von amerikanischen Weißfußmäusen (*Peromyscus leucopus*) vereinzelt noch überquert wurden (OXLEY *et al.* 1974). Dagegen bedeutet für waldbewohnende Kleinsäuger schon eine 'schwach ausgeprägte' Barriere (3m breiter Asphaltweg) eine schon nahezu unüberwindbare Trennlinie (MADER *et PAURITSCH* 1981).

Generell reagieren kleine und wechselwarme Arten besonders empfindlich auf den Barriereeffekte. Für größere Tiere, insbesondere für Säuger und Großvögel, spielt eher der Emissions- und Kollisionseffekt eine Rolle für die Überquerbarkeit von ZE (MADER 1981, MÜNCH 1991).

5. 2. 2. Bewertung des Emissionseffektes

Für den Emissionseffekt wurde unter dem Vorbehalt der rechentechnischen Erprobung (Abschnitt 3) eine Bewertungsmethode konzipiert, welche auf der Berechnung von Immissionsbändern entlang von potentiellen ZE beruht. Die Breite der Immissionsbänder stellt somit das Maß für die Überquerbarkeit von Trassen dar. Die Immissionsbandbreite wird entscheidend von der Trassenutzung (Emission) und dem Umfeld der Trassen (Transmission, Immission) beeinflusst. Immissionen ab einer bestimmten Stärke (= akustische, optische u. a. Reize) lösen bei Tieren Störreaktionen aus (z.B. Erregung, Verhaltensänderungen, Flucht etc.; zur Begriffsdefinition "Störung": z.B. STOCK *et al.* 1994). Die Zone entlang einer Trasse, in welcher die Tiere Störreaktionen zeigen, wird als Störzone bezeichnet. Auch dabei gilt natürlich, daß jedes Tier eine individuelle Störungssensibilität besitzt (Reizschwelle), die von der Intensität und der Art des Reizes abhängt.

REUNEN *et al.* (1995) erkannten zum Beispiel, daß Straßenverkehrsgeräusche ab einem Schwellenwert um

Tabelle 2 Emissionsstärke und Störzonenbreite ausgewählter ZE (Trassenabschnitte)

ZE: Trassenabschnitt	Nutzungsart	Nutzungsintensität / Verkehrsmenge und -geschwindigkeit*	Emissionsstärke / Dauerschallpegel**	Störzonenbreite ***
zweispurige Straße: B6 Ilsenburg - Wernigerode	Kfz-verkehr	ca. 12700 Kfz/d, 100 km/h, 6% Schwerverkehr	ca. 66,5 dB(A)	430 m
zweispurige Straße: L100 Drei Annen Hohne - Hasserode	Kfz-verkehr	ca. 3600 Kfz/d, 80 km/h, 3% Schwerverkehr	ca. 60 dB(A)	250 m
schmalspurige Eisenbahn: Drei Annen Hohne - Hasserode	Schienerverkehr(Dampf, Diesel)	16 - 20 Züge/d, ca. 23 km/h	mäßig	150 m
Wege	Fußgänger-, Radverkehr	sehr variabel, vorwiegend tags	sehr gering	50 m

* für Straßenverkehr nach LAST (1996b), für Schienenverkehr nach HSB (1996)

** für Straßenverkehr in 25 m Fahrbahnabstand, berechnet nach UBA (1988) für nicht geriffelten Gußasphalt und freie Schallausbreitung

*** für Straßenverkehr berechnet nach BMBAU (1973), zit. in ELLENBERG *et al.* (1981); alle Werte gerundet und für bewaldetes Umfeld außerhalb von Siedlungen, Naturschutzgebieten oder Nationalparks

40 dB(A) mit einer drastischen Verringerung der Brutvogelsiedlungsdichten einhergehen. Allerdings ist die Erkennung solcher Schwellenwerte äußerst schwierig bzw. arbeitsaufwendig, so daß verallgemeinerbare tierökologische Ergebnisse weitgehend fehlen. Nichtsdestotrotz existieren in bezug auf den Menschen eine Reihe normativer Richt- und Grenzwerte für akustische Maximalimmissionen (z.B. REICHELT 1979, UBA 1988, UBA 1994).

Auch für dieses Bewertungsverfahren war es notwendig, Festlegungen für die Art und Intensität des Störreizes zu treffen. Für die Berechnung der Störzonen außerhalb von Siedlungen wurde ein Dauerschallpegel von 40 dB(A), in Naturschutz-, Kur- und Erholungsgebieten von 25 dB(A) als Schwellenwert angesetzt.

Die Trassenentfernung, in welcher der Dauerschallpegel den Schwellenwert erreicht, ist für den Straßenverkehr über Indikatoren (Verkehrsmenge und -geschwindigkeit) nach DIN 18005 - differenziert für bewaldetes und nicht bewaldetes Umfeld - bestimmt worden (UBA 1988). Für andere Verkehrsarten (Schienenverkehr, Fußgängerverkehr) ist diese Berechnung nicht anwendbar. Diese Störzonen wurden entsprechend ihrer Nutzungsart und -intensität festgelegt (Tab. 2).

5. 2. 3. Bewertung des Kollisionseffektes

Der Kollisionseffekt ist wie der Emissionseffekt ein nutzungsbedingter Zerschneidungseffekt. Auch seine Ausprägung wird im wesentlichen von der Nutzungsart und -intensität bestimmt. Die Geschwindigkeit der Trassen-

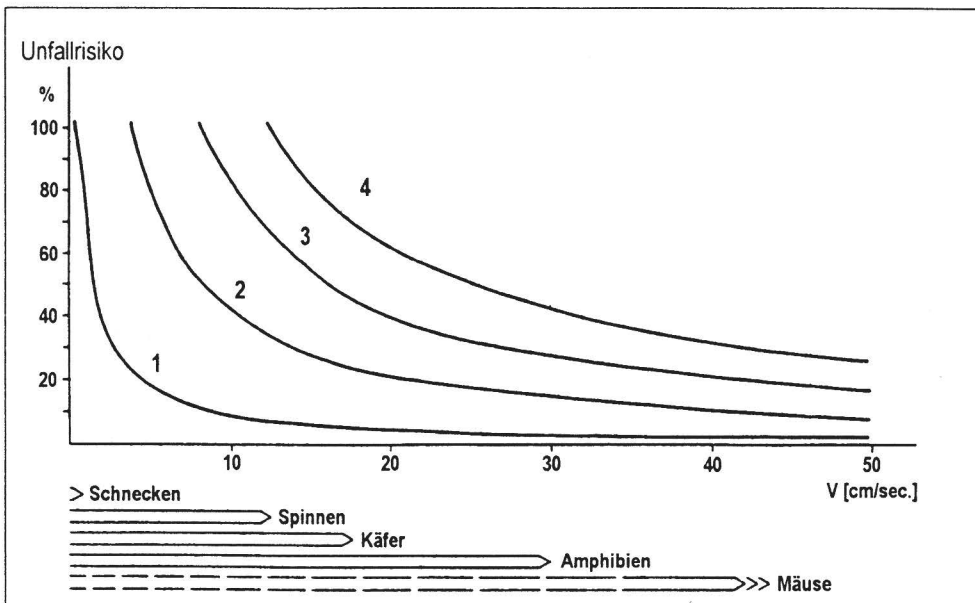


Abb. 2 Unfallrisiko in Abhängigkeit von der Laufgeschwindigkeit einzelner Tiergruppen bei unterschiedlichen Verkehrsmengen. Berechnet unter der Annahme einer direkten Straßenüberquerung ohne Pause oder Fluchtreaktionen (MADER 1981): 1 = 100 Kfz/h, 2 = 500 Kfz/h, 3 = 1.000 Kfz/h, 4 = 1.500 Kfz/h

nutzer beeinflusst insofern das Kollisionsrisiko, als daß schnellherannahende Verkehrsmittel - wenn überhaupt - nur äußerst kurze Reaktionszeiten (für das Tier und für den Fahrer) zulassen. Zugleich führen hohe Verkehrsgeschwindigkeiten im Falle eines Zusammenstoßes zu extrem hohen Aufprallenergien. Natürlich hängt auch das Kollisionsrisiko vom artspezifischen Reaktions- und Verhaltensweisen sowie von der Körpergröße und Bewegungsgeschwindigkeit der Tiere ab (MADER 1981, Abb. 2).

Für den motorisierten Straßen- und Schienenverkehr wurde die Stärke des Kollisionseffektes nach den durchschnittlichen täglichen Verkehrsfrequenzen und den Durchschnitts- oder zulässigen Höchstgeschwindigkeiten bestimmt (Tab. 3). Je höher der Kollisionseffekt, desto höher ist auch die (artspezifische) Unfallwahrscheinlichkeit. Auch für dieses Bewertungsverfahren steht die rechentechnische Erprobung noch aus.

Tabelle 3 Stärke des Kollisionseffektes ausgewählter ZE (Trassenabschnitte)

ZE: Trassenabschnitt	Nutzungsart	Nutzungsintensität / Verkehrsfrequenzen und -geschwindigkeit*	Unfallrisiko**	Kollisions-effekt
zweispurige Straße: B6 Ilsenburg - Wernigerode	Kfz-verkehr	1Kfz / 6,8s mit 100 km/h	18 %	sehr stark
zweispurige Straße: L100 Drei Annen Hohne - Hasserode	Kfz-verkehr	1Kfz / 24,1s mit 80 km/h	5%	mäßig-stark
schmalgleisige Eisenbahn: Drei Annen Hohne - Hasserode	Schienenverkehr(Dampf, Diesel)	1 Zug / 39 - 49min mit ca. 23 km/h	nicht bestimmbar	sehr gering
Wege	Fußgänger-, Radverkehr	sehr variabel, vorwiegend tags, sehr langsam	nicht bestimmbar	nicht ausgeprägt

* für Straßenverkehr nach LAST (1996b), für Schienenverkehr nach HSB (1996)

** für motorisierten Straßenverkehr berechnet nach MADER (1981) für kleine Tiere mit einer mittleren Fortbewegungsgeschwindigkeit von 30 cm/s (z.B. Amphibien) unter der Annahme, daß die Tiere die Trasse auf kürzestem Wege und ohne Pause queren.

5. 2. 4. Abschließende Bemerkung zu den Bewertungsverfahren

Hinsichtlich der Bewertung der Zerschneidungseffekte soll betont werden, daß es sich um vereinfachte (damit praktikable) Ansätze handelt, bei denen die zugrundeliegenden Modelle durchaus spezifiziert (z.B. für bestimmte Artengruppen), verfeinert oder realistischer gestaltet werden können. Die computergestützte Umsetzung der Bewertungsverfahren läßt eine effiziente Modifikation zu.

Neben der Erfassung und der Bewertung der Zerschneidungseffekte linienhafter Landschaftselemente wurden ebenso Methoden zu den vorhandenen großen unzerschnittenen Räumen (GUZR; Abschnitt 5. 3. und 5. 4.) und zum Zerschneidungsgrad (ZSG; Abschnitt 5. 5.) entwickelt.

5. 3. Erfassung der GUZR

GUZR sind Landschaftsräume ohne potentielle ZE (oder mit bestimmten 'zulässigen' potentiellen ZE) ab einer festgelegten Mindestfläche. Vor der Erfassung der GUZR war es demnach notwendig, die 'zulässigen' potentiellen ZE (Abgrenzungskriterien) und die minimale Flächengröße zu vereinbaren. Im Landkreis Wernigerode sind die GUZR auf der Basis der kartierten potentiellen ZE (Abschnitt 5. 1.) in drei Kategorien computergestützt erfaßt worden. Soweit die Mindestflächengrößen nicht oder von überaus vielen GUZR im Landkreis erreicht wurden, sind jeweils die größten GUZR einer Kategorie ermittelt worden (Tab. 4).

Tabelle 4 Abgrenzungskriterien und Mindestflächengröße der GUZR-Kategorien

Kategorie	'zulässige' potentielle ZE	Mindestflächengröße
I	keine (außer Staudämme)	1 km ² (bzw. die 10 größten)
II	Freileitungen, unbefestigte Wege, (Staudämme)	10 km ² (bzw. die 5 größten)
III	Freileitungen, Wege, (Staudämme)	100 km ² (bzw. die 3 größten)

Die GUZR-Kategorien besitzen unterschiedliche Nutzungs- und Schutzfunktionen bzw. -potentiale. Hinsichtlich ihrer Abgrenzungskriterien können GUZR I als wirklich unzerschnittene Gebiete bezeichnet werden und eignen sich einerseits als Ruhegebiete für störungsempfindliche Tiere (zeitweise Aufenthaltsräume z.B. zur Fortpflanzung, Aufzucht, Überwinterung oder zum Schlafen) und andererseits als (fast) ungestörte Referenzflächen für unbeeinflusste Vegetations- oder Bodengesellschaften (Wildnisschutz). Solche Flächen existieren im mitteleuropäischen Raum in der Regel nur noch in sehr geringer Ausdehnung. Die in Tab. 4 festgesetzte Mindestflächengröße ist keinesfalls als ökologisch begründbarer Mindestwert zu verstehen (vgl. dazu Tab. 5

Tabelle 5 Artbezogene Beispiele für Mindestflächenansprüche eines Individuums

Art	Mindestfläche für ein Individuum	Habitat	Anforderungen an Unzerschnitttheit und Störungsarmut des Habitats
Auerhuhn (<i>Tetrao urogallus</i>)	50 ha (G)	im Kiefern-Eichenwald (G), Fortpflanzungs-, Aufzucht- und Winterhabitat (Ks)	während der Balz tagelange Ruhe erforderlich, Unzugänglichkeit (Ks)
Wildkatze (<i>Felis silvestris</i>)	50 ha (L)	lichte Wälder (L)	„möglichst wenige unüberwindbare oder gefährdende Barrieren (Kanäle, Autobahnen, Schienenwege)“ (W)
Luchs (<i>Lynx lynx</i>) (Kn)	50-150 km ²	Wald, Fels	Straßen-, Bahnverkehr

G = GLUTZ VON BLOTZHEIM, zit. in ASCHE (1990), Kn = KLEYN (1996), Ks = KLAUS et al. (1986), L = LINDEMANN, zit. in ASCHE (1990), W = WOREL, zit. in PIECHOCKI (1990)

und 6). Sie läßt - insbesondere bei Tieren mit großen (Ruhe-)Raumansprüchen - nur einen individuenbezogenen Schutz zu (z.B. Horst-, Balzplätze). Auch bezüglich des Wildnisschutzes können Flächen von wenigen Quadratkilometern lediglich als Keimzellen fungieren.

Im Gegensatz dazu können die GUZR III mit über 100 km² Fläche Lebensraumansprüche für mehrere Individuen oder sogar für eine (Mindest)population (zur Begriffsbestimmung: vgl. HOVESTADT *et al.* 1994, SHAFFER 1981, SOULÉ *et* WILCOX 1980) erfüllen (Tab. 6). Allerdings kann diese GUZR-Kategorie nicht als gänzlich unzerschnittene bezeichnet werden, so daß auch innerhalb dieser Räume Störungen auftreten, die von empfindlichen Tierarten nicht (oder nur eingeschränkt) toleriert werden.

Tabelle 6 Artbezogene Beispiele für Flächenansprüche einer (Mindest-)Population

Art	Fläche für (Mindest-) Population	Habitat	berechnet für eine Mindestzahl von
Auerhuhn (<i>Tetrao urogallus</i>) (Rs)	50 bis 100 km ²	Wald	50 Individuen
Wildkatze (<i>Felis silvestris</i>) (R)	100 - 200 km ²	(unzerschnittene) Waldgebiete	?, notwendig für ein langfristiges Überleben isolierter Vorkommen
Luchs (<i>Lynx lynx</i>) (H)	25.000 km ²	struktur- und deklungsreiche Wälder	500 Individuen, die die nächsten 100 Jahre mit 99%-iger Sicherheit überleben
Luchs (F)	2.500 - 7.500 km ²		50 Individuen

F = FESTETICS (1978), H = HERRMANN (1991), R = RAIMER (1994), Rs = RIESS (1986), zit. in JEDICKE (1994)

Die GUZR der Kategorie II sind einerseits geringer zerschnitten (keine durchgehenden befestigten Wege, Straßen und Eisenbahnstrecken) und damit störungsärmer als die der Kategorie III. Andererseits können die GUZR II, die gerade die festgesetzte Mindestflächengröße erfüllen, nur einer geringen Anzahl von entsprechend störungstoleranten Individuen Raum bieten.

Ein Erholungspotential für den Menschen können GUZR von der Kategorie I (Wildniserlebnisräume, z.B. TROMMER *et* NOACK 1997) bis zur Kategorie III ("unzerschnittene verkehrsfreie Räume für die ruhige Erholung", vgl. LASSEN 1987, NETZ 1990) aufweisen.

5. 4. Bewertung der GUZR I

Exemplarisch wurde für die GUZR I ein Bewertungsverfahren entworfen, welches auf deren Eignung als tierökologische Ruherefugien abzielt. Neben der Flächengröße flossen die generelle Lebensraumeignung, die Störungsarmut (Größe der störungsarmen Fläche) und die Lage zu benachbarten GUZR I (Isolation) in die Bewertung ein (Bewertungskriterien). Daraus ergab sich als Bewertungsmaß die effektive Fläche (ASCHE 1990, HENLE *et al.* 1995) eines GUZR. Die größten effektiven Flächen erreichen prinzipiell die GUZR, die auf einem Großteil ihrer Fläche eine hohe Lebensraumeignung (keine oder sehr extensive Nutzung, naturnahe

Vegetation) besitzen, eine große störungsarme Innenzone aufweisen und im Verbund mit weiteren GUZR I liegen. Für dieses Bewertungsverfahren erfolgte die computergestützte Umsetzung mittels GIS (vgl. Abschnitt 6. 3.).

5. 5. Erfassung der Zerschneidungsgrade

Der ZSG gibt an, wie dicht das Netz der Zerschneidungen in einem bestimmten Landschaftsausschnitt oder in einer abstrakten Flächeneinheit (Bezugsfläche) ist. Im Landkreis Wernigerode wurde der ZSG - ebenfalls auf Basis der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (LAU 1995) - für die Waldflächen (vorwiegend forstwirtschaftlich genutzt) und für die Acker- und Grünlandflächen (vorwiegend landwirtschaftlich genutzt) erfaßt und mit den ZSG-Werten für den gesamten Landkreis verglichen. Damit sollte geprüft werden, ob die forst- oder die landwirtschaftlich genutzten Flächen stärker zerschnitten sind.

Die Erfassung des ZSG erfolgte zum einem nach der 'klassischen' Variante (Länge der ZE je Bezugsfläche, = längenbezogener ZSG) und zum anderen nach der Variante, bei der die Flächeninanspruchnahme des jeweiligen ZE berücksichtigt wird (Fläche der ZE je Bezugsfläche, = flächenbezogener ZSG). Bei der letztgenannten Variante wurden die Flächen der ZE vereinfacht aus dem Produkt der computergestützt erfaßten ZE-Längen und den entsprechenden Trassenbreiten berechnet (Abschnitt 5. 2. 1.). Für die Freileitungstrassen (keine computergestützte Nachbarschaftsanalyse zu angrenzenden Biotop- und Nutzungstypen möglich) und Stauauern (keine Netzstruktur) sind keine ZSG-Berechnungen vorgenommen worden.

6. Ergebnisse

Flächendeckende Ergebnisse für den Landkreis Wernigerode liegen nur für die Methoden vor, die auch rechentechnisch umgesetzt wurden.

6. 1. Erfasste potentielle Zerschneidungselemente

Im Landkreis Wernigerode existieren nach der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (LAU 1995, Stand 1992/93!) insgesamt ca. 4700 km potentielle ZE. Über die Hälfte davon sind unbefestigte Wege, weitere 20% befestigte Wege (Abb. 3 und Tab. 8). Schifffahrtskanäle und Autobahnen sind nicht vorhanden. Diese Werte beziehen sich sowohl auf den unbebauten als auch auf den bebauten Bereich. Der Kartieranleitung (LAU 1994) zufolge, kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, daß innerhalb des bebauten Bereiches alle potentiellen ZE registriert worden sind. Auch außerhalb des bebauten Bereiches können bei der Interpretation der Color-Infrarot-Luftbilder schmale Linienelemente unerkannt geblieben sein, so daß sicherlich die angegebenen Längen der potentiellen ZE kleiner sind als in der Wirklichkeit. Ein Vergleich mit Erhebungen für das Nationalparkgebiet bestätigte diese Vermutung. Der Fehlerumfang konnte aber nicht eingeschätzt werden, da sich die vorhandenen Untersuchungen methodisch stark unterscheiden. Außerdem ist durch die Vielzahl der Bearbeitungsschritte und Bearbeiter (bei Codierung, Digitalisierung) mit zufälligen Fehlern zu rechnen (Fehlinterpretation oder Fehlcodierung von Elementen; vgl. 6. 3. 1.).

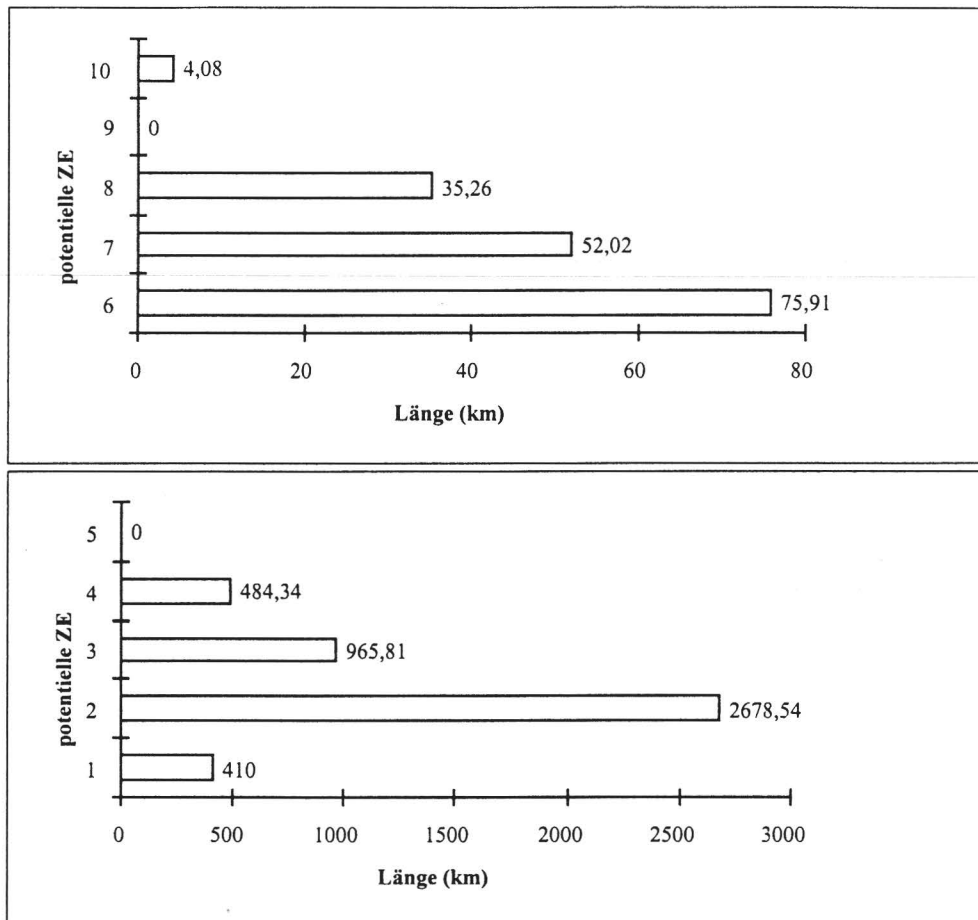


Abb. 3 Längen der erfaßten potentiellen Zerschneidungselemente im Landkreis Wernigerode (Stand 1992/93)

1: Freileitungen, 2: unbefestigte Wege, 3: befestigte Wege, 4: zweispurige Straßen, 5: Autobahnen, 6: schmalspurige Eisenbahnstrecken, 7: eingleisige Eisenbahnstrecken, 8: zweigleisige Eisenbahnstrecken, 9: Kanäle, 10: Staudämme

6. 2. Ermittelte Stärke der Zerschneidungseffekte

6. 2. 1. Barrierestärke der potentiellen Zerschneidungselemente

Von den erfaßten potentiellen ZE wurden die Freileitungen (nicht in der Biotop- und Nutzungstypenkartierung) und die Staudämme (vgl. Abschnitt 5. 2. 1.) nicht mit in die Bewertung einbezogen. Von den damit verbleibenden 4292 km (= 100%) entfallen mehr als 60% auf die Barrierestärkenstufe 'schwach ausgeprägt'. Dies

resultiert vorwiegend aus dem hohen Anteil von unbefestigten Wegen, die Wälder zerschneiden bzw. tangieren. Rund 135 km ZE (ca. 4%, vorwiegend Straßen und zweigleisige Eisenbahnstrecken) bilden eine 'starke' mikroklimatisch-strukturelle Barriere. 'Sehr starke' Barrieren sind nach dieser Bewertungsmethode im Landkreis Wernigerode nicht vorhanden.

6. 2. 2. Störzonen der potentiellen Zerschneidungselemente

Aufgrund der ausstehenden computergestützten Umsetzung konnten keine landkreisweiten Ergebnisse erzielt werden. Es läßt sich jedoch sagen, daß die weitreichendsten Störzonen an den am stärksten befahrenen Straßenabschnitten des Landkreises wie der B6 (zwischen Blankenburg und der Landesgrenze) und der B244 (zwischen Wernigerode und Schmatzfeld) zu erwarten sind (LAST 1996b). Ebenso treten auch an weniger stark genutzten Trassen in Naturschutzgebieten - wie z.B. der Brockenbahn im Bereich des Nationalparks Hochharz - breite Störzonen auf (vgl. Abschnitt 5. 2. 2.).

6. 2. 3. Stärke des Kollisionseffektes an den potentiellen Zerschneidungselementen

Auch bezüglich des Kollisionseffektes können bisher noch keine landkreisweiten Ergebnisse präsentiert werden. Da der Bewertungsansatz für diesen Zerschneidungseffekt lediglich Trasseneigenschaften berücksichtigt (vgl. Abschnitt 5. 2. 3.), werden auch hier die höchsten Werte an den stark befahrenen Straßen zu verzeichnen sein. Während an kaum frequentierten Wegen, Eisenbahnstrecken sowie Freileitungstrassen das Kollisionsrisiko für viele Tierarten verschwindend gering ist (vgl. MADER 1981).

6. 3. Ergebnisse zu den GUZR

6. 3. 1. Erfasste GUZR I und ihre Bewertung als Ruheräume für störungsempfindliche Tierarten

Auf Grundlage der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (LAU 1995) wurden die 10 größten GUZR I im Landkreis Wernigerode computergestützt erfaßt und vergleichend bewertet (Tab. 7). Außer den GUZR I Nr. 1 und 5 liegen alle aufgeführten Räume im Bereich des Hochharzes. Die Bewertung zeigt, daß nicht der absolut größte GUZR I auch der geeignetste Ruheraum ist. Der größte GUZR I (Rappbodestausee) besitzt als Sekundärlebensraum vergleichsweise eine geringe Lebensraumeignung und eine relativ große Störzonenfläche (viele Stichtrassen im Randbereich). Die GUZR I Nr. 2 und 4 weisen dagegen eine sehr hohe Lebensraumeignung (naturnahe Wälder, Kernzone des Nationalparks Hochharz) und relativ große störungsarme Innenflächen auf. Zudem liegen sie im Verbund zu weiteren GUZR, so daß sie wesentlich günstiger bewertet werden konnten als der GUZR I Nr. 1.

Die computergestützte Erfassung der GUZR erwies sich als relativ unzuverlässig. Viele GUZR zeigen Fehler hinsichtlich ihrer Abgrenzung, so daß die Gesamtfläche in Wirklichkeit kleiner ist als die erfaßte. Die Ursache dafür ist vor allem in fehlenden oder unterbrochenen Linienelementen der Biotop- und Nutzungstypenkartierung zu suchen. So konnte bei einer manuellen Erfassung der GUZR I im Nationalparkgebiet (GRAU 1997b) auf Grundlage der topographischen Karte 1:50.000 (LALV 1997) und der Wegenetzkarte des Nationalparks 1:25.000 z.B. festgestellt werden, daß der GUZR I Nr. 2 durch einen Wege in zwei kleinere GUZR I zerfällt (mit ca. 3,3 und 2,2 km²) und der GUZR I Nr. 7 bedeutend kleiner ist (nur knapp 2 km²).

Tabelle 7 Die Flächengröße der zehn größten GURZI im Landkreis Wernigerode und ihre Bewertung als naturnahe Ruheräume für störungsempfindliche Tiere (Maß: effektive Fläche)

Nr.	Name	Fläche (km ²)	effektive Fläche (km ²)	Bemerkung
1	Rappbodestausee	12,53	3,02	
2	Brockenwesthang	9,99*!	7,73	im Nationalpark
3	östliches Eckertal	7,79*	4,75	
4	Brockenosthang	5,94	6,28	im Nationalpark
5	Pfennigscheißer	5,65*	2,29	
6	Hohneklippen	5,42	3,86	im Nationalpark
7	Zeterklippen - Renneckenberg	5,03!	4,55	im Nationalpark
8	Sandbrink - Winterberg	4,384*!	2,27	im Nationalpark
9	Suental -Ilsetal	4,382	2,37	
10	Barenberg / S-Elendstal	4,30	1,82	

* GUZR liegen unmittelbar an der Landes- oder Kreisgrenze, so daß ihre Gesamtfläche unter Umständen größer ist als angegeben.

! Abweichungen zu manueller Erfassung festgestellt.

6. 3. 2. Erfasste GUZR II und III

Im Landkreis Wernigerode sind die fünf größten GUZR II und die drei größten GUZR III ermittelt worden. Auch für diese Erfassungen müssen die gleichen Bedenken wie im vorherigen Abschnitt geltend gemacht werden. Deshalb wurden für diese GUZR-Kategorien keine Flächengrößen angegeben. Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß im Bereich des Hochharzes zwischen der B27, der L99, der Schmalspurbahn Drei-Annen-Hohne - Wernigerode und der B6 (in Sachsen-Anhalt) sowie der B4 / K68 (in Niedersachsen) ein GUZR III mit einer im Bundesmaßstab beachtlichen Flächenausdehnung von rund 200 km² existiert (vgl. LASSEN 1987).

6. 4. Erfasste Zerschneidungsgrade

Voraussetzung für die Berechnung der ZSG (Abschnitt 5.5.) war die Ermittlung der Längen und der direkten Flächeninanspruchnahme der ZE in den Wald- (414,5 km² = 53,6 % der Landkreisfläche), in den Acker- / Grünlandflächen (257,1 km² = 33,2 % der Landkreisfläche) und im gesamten Landkreis (773,5 km² = 100 %) (Tab. 8).

Erstaunlich erscheint die Länge der unbefestigten Waldwege im Landkreis Wernigerode (2155 km; das bedeutet über 80 % aller unbefestigten Wege verlaufen im / am Wald!). In den vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen befinden sich dagegen gerade einmal knapp 20 % der unbefestigten Wege. Hinsichtlich der

zweispurigen Straßen kehrt sich das Verhältnis der relativen Längen jedoch um: durch die Waldflächen verlaufen nur knapp 33 % aller Straßen, durch die Acker- und Grünlandflächen dagegen knapp 40%. In der Summe (Wege, Straßen, Eisenbahnstrecken) stellt sich das Längenverhältnis der ZE allerdings wieder ausgeglichener dar (68 % im Wald, 26,4 % in Acker- und Grünlandflächen). Jedoch deuten diese prozentualen Werte im Vergleich mit den prozentualen Flächenangaben (siehe oben) schon auf eine stärkere Zerschneidung der Waldflächen hin.

Tabelle 8 Längen- und Flächeninanspruchnahme (gerundet) der potentiellen ZE in den Wald- (W), Acker- und Grünlandflächen (A+G) und im Landkreis (LK) Wernigerode

potentielle ZE (mit Trassenbreite)	Länge (km)			Fläche (ha)		
	in W	in A+G	in LK	in W	in A+G	in LK
unbefestigte Wege (2 m)	2155,2	517,0	2678,5	431,0	103,4	535,7
befestigte Wege (5 m)	541,2	367,4	965,8	270,6	183,7	482,9
zweispurige Straßen (8 m)	158,7	193,2	484,3	127,0	154,6	387,4
schmalgleisige Eisenbahnstrecken (3 m)	53,8	14,6	75,9	16,1	4,4	22,8
eingleisige Eisenbahnstrecken (7 m)	9,6	17,9	52,0	6,7	12,5	36,4
zweigleisige Eisenbahnstrecken (12 m)	1,3	23,0	35,3	1,6	27,6	42,4
Summe	2919,8	1133,1	4291,8	853,0	486,2	1507,6

Bezüglich der ermittelten Flächenangaben gelten die gleichen Verhältnisse, da lediglich pauschale Trassenbreiten in die Berechnungen einbezogen wurden. Alle berücksichtigten potentiellen ZE nehmen demnach ca. 2 % der Landkreisfläche ein (rund 1500 ha). Den größten Anteil daran haben mit ca. 35 % die 2680 km unbefestigten Wege, obwohl für sie generell die geringste Trassenbreite angenommen wurde. Da sie jedoch über 60 % der ZE-Gesamtlänge ausmachen, ist der hohe Anteil nicht verwunderlich. Die zweispurigen Straßen und Eisenbahnstrecken zeigen im Landkreis aufgrund ihres in der Regel hohen spezifischen Flächenverbrauchs (Trassenfläche je km Trassenlänge) wesentlich höhere Flächenanteile als Längenanteile (Straßen: ca. 25 % der Gesamtfläche zu 11% der Gesamtlänge; Bahnstrecken: 2,8 % der Gesamtfläche zu 0,8 % der Gesamtlänge).

6. 4. 1. Erfasste längenbezogene Zerschneidungsgrade

Den mit Abstand höchsten längenbezogenen ZSG weisen die unbefestigten Wege in den Waldflächen des Landkreises Wernigerode auf (ca. 5,2 km / km²) (Tab. 9). Ihre Netzdichte ist 2,5-fach höher als die in den Acker- und Grünländern (ca. 2 km / km²). Darüber 'spannt sich' das Netz der befestigten Wege. Seine

Dichte unterscheidet sich zwischen den Wald- und Landwirtschaftsflächen nur unwesentlich. Damit verlaufen durchschnittlich 6,5 km Wege durch einen Quadratkilometer Wald. Dieser Wert überschreitet z.B. bei weitem die vertretbaren Forstwegdichten für den Auerhuhnschutz von maximal 2,5 ... 4,3 km / km² (LIENERT 1983, zit. in SCHMID 1988).

Das Straßennetz zeigt im Wald eine wesentlich geringere Dichte als in den Acker- und Grünlandflächen (Verhältnis ca. 1 : 2). Auch die Netzdichte aller Eisenbahnstrecken ist in den Waldflächen geringer (Verhältnis ca. 1 : 1,4). Insgesamt zerschneiden jedoch durchschnittlich mehr als 7 km Trassen (ohne Freileitungen!) jeden Quadratkilometer Wald, während es in den Acker- und Grünlandflächen weniger als 4,5 km sind (Verhältnis ca. 1 : 0,65). Damit sind die Wälder hinsichtlich des längenbezogenen ZSG insgesamt stärker zerschnitten als die Acker- und Grünlandflächen des Landkreises Wernigerode.

Tabelle 9 Längen- und flächenbezogene ZSG (gerundet) der potentiellen ZE in den Wald- (W), Acker- und Grünlandflächen (A+G) und im Landkreis (LK) Wernigerode

potentielle ZE (mit Trassenbreite)	längenbezogene ZSG (m / km ²)			flächenbezogene ZSG (ha / km ²)		
	in W	in A+G	in LK	in W	in A+G	in LK
unbefestigte Wege (2 m)	5200,2	2011,2	3462,8	1,04	0,40	0,69
befestigte Wege (5 m)	1305,8	1429,2	1248,6	0,65	0,71	0,62
zweispurige Straßen (8 m)	382,9	751,6	626,1	0,31	0,6	0,5
schmalgleisige Eisenbahnstrecken (3 m)	129,8	56,8	98,1	0,04	0,02	0,03
ingleisige Eisenbahnstrecken (7 m)	23,2	69,6	67,2	0,02	0,05	0,05
zweigleisige Eisenbahnstrecken (12 m)	3,1	89,5	45,6	0	0,11	0,05
Summe	7045,0	4407,9	5548,4	2,06	1,89	1,95

6. 4. 2. Erfasste flächenbezogene Zerschneidungsgrade

Die unbefestigten Waldwege weisen mit Abstand auch den höchsten Flächen'verbrauch' je Hektar auf (> 1ha / km²) (Tab. 9). In den Acker- und Grünländern ist - analog zum längenbezogenen ZSG - ihre Flächeninanspruchnahme im Vergleich zum Landkreisdurchschnitt gering (0,4 ha / km²). Dort nehmen die befestigten Wege die Spitzenstellung ein (> 0,7 ha / km²) ein.

Insgesamt gesehen, weisen die Waldflächen zwar auch bezüglich des flächenbezogenen ZSG einen höheren Wert auf als die landwirtschaftlich genutzten Flächen, jedoch unterscheiden sich die Summenwerte nicht so deutlich wie beim längenbezogenen ZSG (Verhältnis ca. 1 : 0,92).

6. 5. Zusammenfassende Beurteilung der Landschaftszerschneidung im Landkreis Wernigerode

- Der Landkreis Wernigerode wird von einem Netz von rund 4700 km potentiellen ZE überspannt. Die Hälfte davon sind unbefestigte Wege, von denen ca. 80% durch Waldflächen führen. Dadurch treten schwach ausgeprägte mikroklimatisch-strukturelle Barrieren im Verhältnis zu den anderen Barrierestärkenstufen besonders häufig auf.

Die rund 480 km zweispurigen Straßen machen dagegen nur einen Anteil von 10% aller potentiellen ZE aus. Sie beanspruchen rund 3,9 km² der Landkreisfläche. Den höchsten Flächen'verbrauch' aller erfaßten ZE verursacht jedoch das äußerst engmaschige Netz der unbefestigten Wege (ca. 5,4 km² des Landkreises). Die zweispurigen Straßen (mit ca. 30% *stark* ausgeprägten Barrieren) verursachen dagegen im Vergleich zu den unbefestigten Wegen (mit maximal *schwach* ausgeprägten Barrieren) wesentlich höhere Barriereeffekte. Da sie in der Regel auch die höchsten Emissions- und Kollisionseffekte aller potentiellen ZE aufweisen, kommen ihnen die höchsten Gesamtzerschneidungseffekte zu.

- Vorbehaltlich der Erfassungsfehler existieren im Landkreis Wernigerode (noch) recht große unzerschnittene Räume. Dies betrifft vorrangig den Gebirgsteil des Landkreises (insbesondere die Hochharzregion).
- Die Waldflächen im Landkreis Wernigerode sind insgesamt stärker zerschnitten als die Acker- und Grünlandflächen im Landkreis Wernigerode. Für einige potentielle ZE (Straßen und ein- sowie zweigleisige Bahnstrecken) gilt jedoch das umgekehrte Verhältnis.

7. Zusammenfassung

Grau, St.: Erfassung und Bewertung der Landschaftszerschneidung im Landkreis Wernigerode/Harz. - Hercynia N.F. 31 (1998): 13-32.

In diesem Beitrag werden erste computergestützt erzielte Ergebnisse zur Zerschneidung der Landschaft im Landkreis Wernigerode (Sachsen Anhalt) vorgestellt. Der Begriff Landschaftszerschneidung bezieht sich auf landschaftsökologische Modellvorstellungen, wobei zwischen 'Verursachern' (technogene Linienstrukturen und Stoff- oder Energieströme) und Betroffenen (Tiere) unterschieden wird. Zur Erfassung und Bewertung der Landschaftszerschneidung werden landesweit einheitlich konzipierte Methoden erläutert. Der Ergebnisteil umfaßt Angaben zu den erfaßten potentiellen Zerschneidungselementen (Wege, Straßen, Eisenbahnstrecken, Freileitungen) und den an ihnen auftretenden Zerschneidungseffekten (Barriere-, Emissions-, Kollisionseffekt), zu den größten unzerschnittenen Räumen und deren Bewertung als Ruheräume für störungsempfindliche Tierarten sowie zu den ermittelten Zerschneidungsgraden im Landkreis Wernigerode.

8. Danksagung

Mein herzlichster Dank für das Zustandekommen der Arbeit gilt Herrn A. Bergmann und Herrn H. Nagel (beide LAU Sachsen-Anhalt) für die Unterstützung bei der rechentechnischen Umsetzung der entwickelten Methoden. Weiterhin standen mir mit fachlichen Ratschlägen Frau S. Lachmann, Herr Prof. P. Knauer (), Herr Prof. M. Frühauf (alle Universität Halle) sowie Herr Dr. S. Schlosser (LAU Sachsen-Anhalt) zur Seite.

9. Literatur

ASCHE, A. (1990): Biotopverbundplanung auf Grundlage struktureller und tierökologischer Kriterien mit Hilfe

- eines Geographischen Informationssystems (GIS). Dipl.arb., Inst. f. Geogr., Univ. Münster.
- BARANDUN, J. (1990): Auswirkungen von Ausbreitungsbarrieren auf das Vorkommen von Groppen (*Cottus gobio*) - Anregungen für den Artenschutz. *Natur und Landschaft* **65**: 66 - 68.
- BENNETT, A. F. (1991): Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R. J. (Hrsg.): *Nature Conservation 2: The role of corridors*: 99 - 118. Chipping Norton.
- BRÜCKNER, C. (1985): Landschaft im Würgegriff des Straßennetzes. *Natur- und Landschaftskunde* **21**: 1 - 4.
- ELLENBERG, H.; MÜLLER, K.; STOTTELE, T. (1981): Straßen-Ökologie. In: DEUTSCHE STRASSENLIGA: *Ökologie und Straße*. Ausgabe 3. Bonn.
- ESRI ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (1996): ARC/Info Version 7.0.4. Redlands.
- FESTETICS, A. (1978): Steckbrief "Luchs". In: FESTETICS, A. (Hrsg.): *Der Luchs in Europa*. 85 - 98. Greven.
- FGSV FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN (1982): Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS-Q). Bonn.
- FIEDLER, J. (1980): Grundlagen der Bahntechnik. 2. Aufl. Düsseldorf.
- FORMAN, R.T.T. (1991): Landscape corridors: from theoretical foundations to public policy. In: SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R. J. (Hrsg.): *Nature Conservation 2: The role of corridors*: 71 - 84. Chipping Norton.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. (1986): *Landscape Ecology*. New York.
- GRAU, S. (1997a): Konzeption und Methoden zur Erfassung sowie Bewertung der Landschaftszerschneidung im Land Sachsen-Anhalt - dargestellt unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems am Beispiel des Landkreises Wernigerode. Dipl.arb., Inst. f. Geogr., Univ. Halle-Wittenberg. 130.
- GRAU, S. (1997b): Untersuchungen zur Unzerschnittenheit und Störungsarmut im Nationalpark Hochharz. unveröff. Studie. 30.
- HENLE, K., SETTELE, J. UND G. KAULE (1995): Aufgaben, Ziele und erste Ergebnisse des „Forschungsverbunds Isolation, Flächengröße, Biotopqualität (FIFB)“. *Verh. GfÖ* **24**: 181 - 186. Freising - Weihenstephan.
- HERRMANN, M. (1991): Der Raumanspruch von Säugetierpopulationen im Hinblick auf die Schutzgebietsplanung. In: KRAFTZWERG E.V. (Hrsg.): *Naturraum Harz*. Ein Beitrag zur Diskussion in Niedersachsen um den Nationalpark im Harz **8**: 46 - 60. Clausthal - Zellerfeld.
- HOVESTADT, T.; ROESER, J.; MÜHLENBERG, M. (1994): Flächenbedarf von Tierpopulationen. *Ber. Ökol. Forsch.* **1**, 3. Aufl., Jülich.
- HSB HARZER-SCHMALSPUR-BAHNEN GmbH (1995): Informationsheft zum Winterfahrplan 1995/96. Wernigerode.
- HSB HARZER-SCHMALSPUR-BAHNEN GmbH (1996): Sommerfahrplan 1996/97. Wernigerode.
- IFU D. ADPW INSTITUT FÜR UNTERRICHTSMITTEL DER AKADEMIE DER PÄDAGOGISCHEN WISSENSCHAFTEN DER DDR (1988): *Kreis Wernigerode 1:100.000*. Potsdam, Gotha.
- JEDICKE, E. (1994): *Biotopverbund*. 2. Aufl. Stuttgart.
- KLAUS, S.; ANDREV, A. V.; BERGMANN, H.-H.; MÜLLER, F.; PORKERT, J.; WIESNER, J. (1986): Die Auerhühner. Die Neue Brehm-Bücherei **86**. Wittenberg.
- KLEYN, P. (1996): *Der Luchs im Harz*. BUNDinfo. Goslar.
- KRUCKENBERG, H.; JAENE, J.; BERGMANN, H.-H. (1998): Mut oder Verzweiflung am Straßenrand? *Natur und Landschaft* **73** (1): 3 - 8.
- LALV LANDESAMT FÜR LANDESVERMESSUNG UND DATENVERARBEITUNG SACHSEN-ANHALT (1997): *Topographische Karte 1:50.000 (mit Wanderwegen) Wandern im mittleren Harz*. Halle.
- LANA LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR NATURSCHUTZ, LANDSCHAFTSPFLEGE UND ERHOLUNG (1993): *Grundsätze des Naturschutzes in Deutschland*. *Natur und Landschaft* **68** (3): 99 - 101.
- LASSEN, D. (1987): Unzerschnittene verkehrssarme Räume über 100 km² Flächengröße in der Bundesrepublik

- Deutschland - Fortschreibung 1987. *Natur und Landschaft* 62 (12): 532 - 535.
- LAST LANDESAMT FÜR STRASSENBAU SACHSEN-ANHALT (Hrsg. 1993): Querschnittsdatei Kreisstraßen (Wernigerode), Ausgabe SWINFO vom 23. 09. 1993 (Stand 70 - 90er Jahre). Halle.
- LAST LANDESAMT FÜR STRASSENBAU SACHSEN-ANHALT (Hrsg. 1996a): Straßendatei (Straßenverkehrsanlagen).
- LAST LANDESAMT FÜR STRASSENBAU SACHSEN-ANHALT (Hrsg., 1996b) Verkehrsmengenkarte Sachsen-Anhalt (Stand 1995). Halle.
- LAU LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1994): Katalog der Biotoptypen und Nutzungstypen für die CIR-luftbildgestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung im Land Sachsen-Anhalt. Berichte des LAU 4. (überarbeiteter Nachdruck) Halle.
- LAU LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1995): Geometrie- und Sachdatenbank für den Landkreis Wernigerode der digitalen CIR-luftbildgestützten Biotoptypen und Nutzungstypenkartierung Sachsen-Anhalt 1: 10.000 (Befliegung 1992/93). Halle.
- LAU LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1997): Das Ökologische Verbundsystem (ÖVS) in Sachsen-Anhalt - seine Planung und Umsetzung. Sonderheft 2.
- LOSCH, S. (1992): Bebauung, Zersiedlung und Zerschneidung von Biotopen - Entwicklungstrends. *NNA-Ber.* 5/1: 41 - 46.
- MADER, H.-J. (1979): Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen - untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch.* 19. Bonn - Bad Godesberg.
- MADER, H.-J. (1980): Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. *Natur und Landschaft* 55 (3): 91 - 96.
- MADER, H.-J. (1981): Der Konflikt Straße - Tierwelt aus ökologischer Sicht. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch.* 22. Bonn - Bad Godesberg.
- MADER, H.-J. (1985): Die Verinselung der Landschaft und die Notwendigkeit von Biotopverbundsystemen. *LÖLF-Mitt.* 4: 6 - 14.
- MADER, H.-J.; PAURITSCH, G. (1981): Nachweis des Barriere-Effektes von verkehrsarmen Straßen und Forstwegen auf Kleinsäuger der Waldbiozönose durch Markierungs- und Umsetzungsversuche. *Natur und Landschaft* 56 (12): 451 - 454.
- MARTIN, K.; ROWECK, H. (1988): Zur anthropogenen Isolierung von Landschnecken-Populationen. *Landschaft und Stadt* 20 (4): 151 - 155.
- MKRO MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG (1992): Entschließung: Aufbau eines ökologischen Verbundsystems in der räumlichen Planung" vom 27. 11. 1992. *Natur und Landschaft* 68 (9): 461.
- MKRO MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG (1995): Beschluß: "Integration des europäischen Netzes besonderer Schutzgebiete gemäß FFH-Richtlinie in die ökologischen Verbundsysteme der Länder" vom 8. 3. 1995.
- MNV MILITÄRTOPOGRAPHISCHER DIENST (Hrsg., 1982-90): Topographische Karten 1:10.000 (AS). Berlin.
- MU S.-A. MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN- ANHALT (1994a): Konzept für die Erarbeitung eines „Programms zur Entwicklung eines ökologischen Verbundsystems in Sachsen- Anhalt“. Manuskript 7 S, Magdeburg.
- MU S.-A. MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN- ANHALT (Hrsg., 1994b): Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. Magdeburg.
- MÜNCH, D. (1991): Naturschutzgebiete in der Großstadt und ihre Bodenbelastung. *Werkstattreihe* 21. Dortmund.
- NETZ, B. (1990): Landschaftsbewertung der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume - eine rechnergestützte

- Methode zur Ermittlung der Erholungsqualität von Landschaftsräumen auf Bundesebene. *Natur und Landschaft* **65** (6): 327 - 330.
- NICOLAI, B. (1994): Der Hamster, *Cricetus cricetus*, als Verkehrsoffer und Beute des Uhus, *Bubo bubo*, in Sachsen-Anhalt. *Abh. Ber. Mus. Heineanum* **2**: 125 - 132.
- OXLEY, D. J.; FENTON, M. B.; CARMODY, G. R. (1974): The Effects of Roads on Populations of Small Mammals. *J. Appl. Ecol.* **11**: 51 - 59.
- PIECHOCKI, R. (1990): Die Wildkatze - *Felis silvestris*. Die Neue Brehm-Bücherei **189**. Wittenberg.
- RAIMER, F. (1994): Die aktuelle Situation der Wildkatze in Deutschland. In: BUND NATURSCH. IN BAYERN (Hrsg.): Die Wildkatze in Deutschland - Vorkommen, Schutz und Lebensräume. *Wiesenfelder Reihe* **13**: 15 - 36. München.
- RECK, H.; KAULE, G. (1993): Straßen und Lebensräume: Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und ihre Lebensräume. Bonn-Bad Godesberg.
- REG RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): „Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. 5. 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen“. *Amtsblatt der EG* vom 22. 7. 1992 Nr. L 206/7). Brüssel.
- REICHELT, G. (1979): Landschaftsverlust durch Straßenbau. *Natur und Landschaft* **54** (10): 335 - 338.
- REIJNEN, M. J. S. M.; VEENBAAS, G.; FOPPEN, R. P. B. (1995): Predicting the effects of motorway traffic on breeding bird populations. Delft.
- SCHMID, M. (1988): Wildtiere und Wegebau - ein Konflikt? *Montfort* **1**: 11 - 18.
- SCHREIBER, K.-F. (Hrsg., 1988): Connectivity in Landscape Ecology. Proceedings of the 2nd International Seminar of the „International Association for Landscape Ecology“. *Münstersche Geogr. Arb.* **29**. Paderborn.
- SHAFFER, M. L. (1981): Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* **31** (2): 131 - 134.
- SOUL, M. E.; WILCOX, B. A. (1980): Conservation Biology. Sunderland, Mass.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg., 1996): Statistisches Jahrbuch für die BRD. Wiesbaden.
- STOCK, M.; BERGMANN, H.-H.; HELB, H.-W.; KELLER, V.; SCHNIDRIG-PETRIG, R.; ZEHNTER, H.-C. (1994): Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht. *Zeitschr. Ökol. Natursch.* **3**: 49 - 57.
- STUBBE, M.; HEIDECKE, D.; DOLCH, D.; TEUBNER, J.; LABES, R.; ANSORGE, H.; MAU, H.; BLANKE, D. (1993): Monitoring Fischtotter 1985 - 1991. *Tiere im Konflikt* **1**: 11 - 59. Halle.
- TROMMER, G.; NOACK, R. (1997): Die Natur in der Umweltbildung - Perspektiven für Großschutzgebiete. - Weinheim.
- UBA UMWELTBUNDESAMT (Hrsg., 1988): Lärmbekämpfung '88. Berlin.
- UBA UMWELTBUNDESAMT (Hrsg., 1994): Umweltqualitätsziele, Umweltqualitätskriterien und -standards. *Texte* **64/94**. Berlin.
- UBA UMWELTBUNDESAMT (Hrsg., 1995): Umweltdaten Deutschland. Berlin.
- ULLRICH, S. (1994): Geräuschbelastung an klassifizierten Straßen - vergangene und zukünftige Entwicklung. *Zeitschr. Lärmbekämpfung* **41**: 98 - 103.
- ZANDE, A. N. V. D.; KEURS, W. J. TER; WEIJDEN, J. V. D. (1980): The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat - evidence of a long-distance effect. *Biological Conservation* **18**: 299 - 321.

Manuskript angenommen: 22. April 1998

Anschrift der Autorin: Stephanie Grau, Förstgener Straße 9, D-02906 Tauer .