

Flächenzerschneidung in Baden-Württemberg

*Neuaufgabe
mit Zeitreihen 1930 - 1998*

Neuer Indikator zeigt: Das Land ist zerstückelt

In Deutschland ist der Flächenverbrauch nicht zu bremsen: Zwischen 1993 und 1997 wurden pro Tag 120 Hektar bebaut. Im Jahr 1998 waren es 124 Hektar täglich und 1999 stieg die alltägliche Versiegelungsrate auf 129 Hektar, das entspricht einer Fläche von 200 Fußballfeldern. Der Anteil Baden-Württembergs beträgt dabei rund 11 Hektar pro Tag.

Diese Entwicklung steht im Kontrast zu Bemühungen, den Flächenverbrauch einzudämmen: So hatte der Sachverständigenrat für Umweltfragen bereits 1974 vor den Folgen des ungezügelter Bodenverbrauches und der fortschreitenden Flächenzerschneidung gewarnt. Im Jahr 1985 forderte auch die Bundesregierung in ihrer Bodenschutzkonzeption eine Trendwende. Mit einem Schwerpunktprogramm strebt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit seit 1998 an, die Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren. Auch der aktuelle Umweltplan Baden-Württemberg empfiehlt, den Flächenverbrauch bis 2010 deutlich zurückzuführen.

Die immer rascher voranschreitende Versiegelung und Zerschneidung belegen allerdings, dass die bestehen-

den Maßnahmen nicht ausreichen, um die Entwicklung umzukehren. Sie sind deshalb zu verbessern.

Verbesserte Erfassung der Zerschneidungswirkung von Verkehrswegen

Aus diesem Grund wurde an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (TA-Akademie) eine neue Messgröße, die „effektive Maschenweite“ entwickelt. Mit dem neuen Berechnungsindex lässt sich Flächenzerschneidung besser als bisher quantifizieren und bewerten. Die effektive Maschenweite kann damit als Zerschneidungsindikator eingesetzt werden und zu einer wirksameren Kontrolle beitragen. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart (ILPÖ) und der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) wendete die TA-Akademie die Messgröße auf Baden-Württemberg an, berechnete Zeitreihen für die vergangenen 70 Jahre und erstellte eine Karte zur Landschaftszerschneidung. Aus Interviews mit Experten wurden zudem Verbesserungsvorschläge für bestehende Entscheidungsverfahren abgeleitet.

In Deutschland beanspruchten Siedlungen und Verkehr 1997 11,8 % der Flächen. In Baden-Württemberg waren es im gleichen Jahr 12,7 %. Den höchsten Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen weisen das Saarland mit 19 %, Nordrhein-Westfalen mit 20 % und die Stadtstaaten auf. In Verdichtungsräumen liegt der Anteil bei rund 50 %. Siedlungs- und Verkehrsnutzung stellen mittlerweile die drittgrößte Art der Bodennutzung in der Bundesrepublik dar.

Umweltbundesamt 2000

Flächenzerschneidung und ihre Auswirkungen

Die Flächenzerschneidung hat vielschichtige Ursachen und komplexe Wirkungen (Tab. 1). Ihre Zunahme ist eng mit dem wachsenden Verkehr verbunden. In der Autofahrernation Deutschland wird Mobilität hoch geschätzt. So wundert es auch nicht, dass Deutschland den höchsten Motorisierungsgrad der Welt aufweist: Im Jahr 2000 waren bundesweit rund 53,6 Millionen Fahrzeuge zugelassen, das entspricht 515 PKW je 1000 Einwohner. Und der PKW-Bestand wird weiter wachsen: nach Schätzungen ist 2020 mit über 60 Millionen Fahrzeugen in Deutschland zu rechnen.

Kehrseiten der Mobilität

Der wachsende Verkehr bringt zunehmende Belastungen für Gesundheit und Umwelt mit sich. So sind Kraftfahrzeuge eine maßgebliche Quelle für Schadstoffemissionen¹. Über den Ausstoß von Treibhausgasen beeinflussen sie die globale Klimaentwicklung, verursachen regionale Probleme (bodennahe Ozonbildung) und führen durch Stickoxide, Benzol und Dieselruß zu lokalen Beeinträchtigungen in Ballungsgebieten. Gleichzeitig stresst der Verkehrslärm die Bevölkerung. Mehr als die Hälfte der Deutschen empfinden Lärm, allem voran den Straßenlärm, als Belastung - 15 %, also rund 12 Millionen Bürger, fühlen sich sogar „stark belastet“. So führt bereits der dauerhafte Geräuschpegel einer

Hauptverkehrsstraße, mit über 65 Dezibel, zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen und fördert nachweislich das Risiko, an Herz-Kreislaufkrankungen, wie Angina Pectoris oder Herzinfarkt zu erkranken. Lärm, Verkehr und die Zerschneidung der Landschaft wirken sich zudem äußerst negativ auf die biologische Vielfalt aus (Glitzner et al., 1999, Holgang et al., 2000). So beeinträchtigt beispielsweise der Verkehrslärm das Brutverhalten der Feldlerche: An Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von 50 000 Kraftfahrzeugen pro Tag wurde bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 120 km/h ein deutlicher Rückgang der Feldlerche bis zu einer Entfernung von 1,5 km nachgewiesen (Reijnen, 1995).

Bedrohung der Artenvielfalt

Für sehr viele Tiere und zum Teil auch für Pflanzen sind Straßen und Eisenbahntrassen kaum zu überwindende Barrieren. Frösche, Kröten, Igel, Marder, Feldhasen, Fasane, Dachse, Rotwild und sogar Fledermäuse bleiben beim Überqueren von Straßen häufig „auf der Strecke“. Auch für Insekten kann die Zerschneidungswirkung sehr groß sein, wie Untersuchungen an einer Heuschreckenart exemplarisch belegten: so war die Große Goldschrecke am Autobahnkreuz Stuttgart nicht in der Lage, die Fahrbahn zu überwinden. Bereits Zubringerstraßen mit einer Breite von 10 Metern verhindern, dass die Heuschrecken-Art Lebensräume auf der „anderen Seite“ der Straßen dauerhaft besiedeln konnte (Reck und Kaule, 1993). Die Straßen spalten die Landschaft in Inseln, beeinträchtigen die Verbreitung von Arten und isolieren einzelne Lebensgemeinschaften von der Gesamtpopulation. Inzuchteffekte und genetische Verarmung sind die Folge. Die Restpopulationen reagieren

Deutschland hat nach Belgien und Holland das dichteste Fernverkehrsnetz Europas. Zwischen 1991 und 1996 nahmen die Bundesautobahnen und Kreisstraßen um rund 35 % zu. Der Anteil der Bundes- und Landesstraßen stieg um 25 %.

Bundesministerium für Verkehr, 1996

¹ Siehe TA-Arbeitsbericht Nr. 146 „Art und Menge von stofflichen Emissionen aus dem Verkehrsbereich“ Th. Wiedmann, J. Kersten und K. Ballschmiter, Mai 2000

Tabelle 1:

Beispiele für Auswirkungen der Landschaftszerschneidung durch linienhafte technische Infrastrukturen (ohne die Wirkungen der Baustelle wie Erdaushub und -ablagerungen, Erderschütterungen, akustische und optische Störungen). „X“ kennzeichnet den jeweiligen Typ der Landschaftsveränderung. Angegeben sind Folgewirkungen aus nur drei von sieben Problemfeldern.

Problemfeld	Folgewirkungen von Linienhaften technischen Infrastrukturanlagen	Typ des Landschaftsverbrauchs		
		Flächenbedarf direkter	indirekter	strukturelle Veränderungen
Tier- und Pflanzenwelt	• Tierverluste durch Straßentod (z. T. auch infolge Lockwirkung: „Falleneffekt“)	X		
	• Unruhwirkung, Verlust von Rückzugsräumen		X	X
	• Habitatverkleinerungen und -verluste; z. T. auch Neuschaffung	X	X	
	• Veränderungen des Nahrungsangebotes (z. B. infolge von nächtlichen Kaltluftseen verringertes Nahrungsangebot für Fledermäuse)	X		
	• Barriereeffekt	X		X
	• Blockierung von Ausbreitungswegen, Verhinderung von Wiederbesiedelungen			X
	• Trennung und Isolation von Teilhabitaten, Zerteilung von Populationen			X
	• Unterbrechung der Metapopulationsdynamik, genetische Isolation, Inzuchteffekte, Abbruch evolutionärer Entwicklungsprozesse			X
	• Unterschreitung von Minimalarealen, Artenverluste			X
	• Ausbreitungsbänder, Eindringen neuer Arten, z. T. als Infektionswege		X	X
Landschafts- bild	• Verlärmung, optische Reize		X	
	• „Verstraßung“, „Vermastung“ und „Verdrahtung“ der Landschaft		X	X
	• Gegensätze und Brüche; aber z. T. auch Belebung der Landschaft (z. B. durch Alleen)	X	X	X
Folgen für die Land- nutzung	• Folgen der Erschließung durch Straßen (z. B. Verkehrszunahme, erhöhter Siedlungs- und Mobilitätsdruck)		X	X
	• Flurbereinigung (v. a. Zweckflurbereinigung)		X	X
	• Qualitätsveränderungen des Erntegutes entlang von Straßen		X	
	• Verlärmung, Verkleinerung und Zerteilung von Erholungsgebieten		X	X
	• weitere Nutzungskonflikte		X	X

„In den letzten 100 Jahren stieg die Bevölkerung in mittleren Städten Baden-Württembergs um den Faktor 3, der Bodenverbrauch aber um den Faktor 50.“

*Prof. Dr. Karl Stahr,
Universität Hohenheim*

Zwischen 1965 und 1998 stieg die beanspruchte Wohnfläche pro Einwohner von 22 m² auf 39 m².

Statistisches Bundesamt

dadurch weniger flexibel auf Umweltveränderungen und sterben leichter aus. Der Wegfall einzelner Arten kann sich wiederum negativ auf komplexe Nahrungsnetze auswirken. Schließlich führen das begrenzte Nahrungsangebot und die geringen Ausweichmöglichkeiten in den „Landschaftsinseln“ zu erhöhter Konkurrenz zwischen Arten und zwischen den Individuen einer Art. Seltene Spezialisten werden dabei leicht durch weit verbreitete, anspruchslose Arten verdrängt. Die Folge ist eine fortschreitende Verarmung der biologischen Vielfalt. Neben der Intensivierung der Landwirtschaft, den hohen Stickstoffeinträgen und der Nivellierung der Wasserverhältnisse zählt die Flächen-

zerschneidung damit zu den Hauptursachen für den starken Rückgang der Arten- und Lebensraumvielfalt in Mitteleuropa.

Beeinträchtigung von Ressourcen

Die Liste der Folgewirkungen von Landschaftszerschneidung lässt sich weiter fortsetzen. So steigt mit dem Bau von Siedlungen und Straßen der Bodenverbrauch. Wichtige Funktionen des Bodens - etwa als Wasserspeicher oder Wasserfilter - werden dadurch blockiert. Auch das Landschaftsbild und der Erholungswert einer Landschaft werden durch die zunehmende Zerschneidung negativ beeinträchtigt.

Wie ist die Flächenzerschneidung zu bremsen?

In der Praxis stößt die Kontrolle der Flächenzerschneidung auf Schwierigkeiten. Kurzfristig erfahrbare Kriterien, wie die Schaffung von Arbeitsplätzen, Verkehrsentlastungen, Standortentwicklung oder kommunale Steuereinnahmen werden bei

der Genehmigung neuer Verkehrswege häufig höher gewichtet als das individuell kaum erlebbare Kriterium der biologischen Vielfalt. Selbst in Entscheidungs- bzw. Eingriffsverfahren wird der Umweltschutz nicht ausreichend berücksichtigt, wie Experteninterviews zeigten, die von der TA-Akademie durchgeführt wurden (s. Kasten Seite 5). Ist beispielsweise über den Bau einer Straße zu entscheiden, orientiert man sich bislang an den konkreten Auswirkungen des Eingriffs. Die ökologischen Folgen lassen sich jedoch nach dem heutigen Stand des Wissens nur zum Teil genau vorher-sagen, da sie auf hoch komplexen Wechselwirkungen beruhen. Das gilt besonders für langfristige Wirkungen und für Summenwirkungen, die sich aus vielen kleinen Eingriffen ergeben. Unsichere, komplexe und nicht prognostizierbare Auswirkungen werden in der Eingriffsabwägung nur



Foto: Andreas Lobe

unzureichend berücksichtigt. Davon sind besonders „normale Durchschnittslandschaften“ betroffen.

Nachbesserungspflicht

Wenn man die ökologische Wirkung aber nicht exakt analysieren und vorhersagen kann, muss man nach besser geeigneten oder ergänzenden Konzepten suchen. Eine Alternative stellt das Konzept der Umweltgefährdung dar (Scheringer et al., 1994; Jaeger, 1998). Es orientiert sich am Vorsorgeprinzip. Danach sollen Eingriffe unterbleiben bzw. im geringst möglichen Umfang durchgeführt werden, wenn man ihre Folgen nicht genau vorhersagen kann, aber ein begründeter Verdacht besteht, dass die Tier- und Pflanzenwelt dadurch gefährdet wird. Neben einer begründeten Prognose über Folgewirkungen sollten in der Eingriffsabwägung deshalb künftig Anzeichen bzw. Indikatoren für potenzielle Gefahren berücksichtigt werden. Für die Entwicklung solcher Gefährdungsindikatoren besteht weiterer Forschungsbedarf.

Zusätzlich müsste im Falle eines Eingriffs, etwa dem Bau einer Straße, regelmäßig überprüft werden, wie sich der Bestand wichtiger Arten im betroffenen Gebiet entwickelt. Ist tatsächlich ein Artenrückgang zu verzeichnen, muss der Verursacher die Verantwortung dafür übernehmen und den Schaden durch geeignete Maßnahmen nachbessern bzw. ausgleichen. Dies würde bedeuten, dass die Genehmigung eines Eingriffs an eine Nachbesserungspflicht zu koppeln ist.

In der Praxis hat es sich zudem als problematisch erwiesen, dass der Erfolg von Ausgleichsmaßnahmen nicht belegt bzw. überprüft werden muss. So zeigte beispielsweise eine Studie der Bezirksstelle für Natur- und Landschaftsschutz in Karlsruhe, dass nicht

Leitfaden-Interviews

Die TA-Akademie führte mit 14 Fachleuten aus Verkehrsplanung, Naturschutz und Landschaftsplanung Leitfadeninterviews durch. Die Befragten waren mit der Abwägung und der Vorbereitung von landschaftszerschneidenden Eingriffen beauftragt.

Die Interviews verdeutlichten, dass die Experten im Rahmen der Eingriffsverfahren viele Faktoren bei ihrer Abwägung berücksichtigen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den messbaren Auswirkungen. Offene Fragen, die durch die Umweltverträglichkeitsprüfung nicht beantwortet werden konnten, sowie die verbleibenden Unsicherheiten über die Folgewirkungen wurden aber systematisch unterbewertet und aus dem Entscheidungsverfahren ausgeblendet. Im gängigen Verfahren bleiben schwer prognostizierbare Folgen auf die Nahrungsnetze oder die genetischen Austauschbeziehungen weitgehend unberücksichtigt (Jaeger, 2000b, 2002). Das heißt, Risiken einer abnehmenden Artenvielfalt führen im Eingriffsverfahren nicht zu einer Eindämmung der Flächenzerschneidung.

Mehrere Befragte befürworten deshalb die Einführung von Richtwerten zur Landschaftszerschneidung. Diese können im Eingriffsverfahren zur Bewertung und Begründung herangezogen werden und zu einem Ausgleich bestehender Schwächen beitragen. Ein Zerschneidungsrichtwert sollte dabei regionale Unterschiede berücksichtigen (Jaeger, 2001a). (Siehe Arbeitsbericht Nr. 167 oder Internet www.ta-akademie.de).

alle kommerziell für Ausgleichsmaßnahmen angebotenen Amphibienzäune die gewünschte Leitfunktion an Straßen erzielten und die zerschneidende Wirkung von Straßen deshalb nicht genügend ausgleichen (Frey und Niederstraßer, 2000). Die Studie hatte zur Folge, dass einige der getesteten Anbieter ihre Produkte stark verbesserten. Das war möglich, weil in der Studie wichtige Funktionskriterien und Standards erarbeitet worden waren.

„In der Praxis gilt die unausgesprochene Regel: Was nicht nachgewiesen werden kann, gilt als Spekulation. Eine Spekulation ist nicht seriös. Und was nicht seriös ist, wird nicht berücksichtigt.“

Dr. Jochen Jaeger, TA-Akademie

Der Zerschneidungsindex „effektive Maschenweite“ m_{eff}

In den Experteninterviews der TA-Akademie hatten mehrere der Befragten aus Verkehrsplanung, Naturschutz und Landschaftsplanung angegeben, dass Richt- und Grenzwerte die Bewertung bei der Eingriffsabwägung erleichtern würden. Dafür werden aber geeignete Indikatoren oder Messgrößen benötigt, die Zerschneidungssituationen differenziert beschreiben. In Kooperation mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH) entwickelte Jochen Jaeger von der TA-Akademie einen neuen Berechnungsindex, die sogenannte effektive Maschenweite m_{eff} (s. Kasten unten).

Der Zerschneidungsindex m_{eff} kann interpretiert werden als die Möglichkeit, dass sich zwei Tiere einer Art in einem Gebiet begegnen können. Je mehr Barrieren wie Straßen oder Schienen die Landschaft zerschneiden, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes. Die m_{eff} drückt damit aus, wie viel Lebensraum ein Tier besitzt, um sich zum Beispiel mit Nahrung zu versorgen, einen Fortpflanzungspartner zu finden oder einem Konkurrenten auszuweichen. Die Messgröße beschreibt damit die Überlebensbedingungen von Arten in der Region. Im Strohgäu, im Landkreis Ludwigsburg, ist seit Beginn des Jahrhunderts die effektive Maschengröße der verbleibenden Lebensräume von acht auf drei Quadratkilometer gesunken. Der Wert für ganz Baden-Württemberg sank seit 1930 von 22,9 km² auf 13,7 km² heute. Das ist ein Verlust von 40 % innerhalb von 70 Jahren. Parallel zur Zerstücklung der Lebensräume sank die Artenvielfalt in Baden-Württemberg. So verringerte sich etwa der Bestand des Raubwürgers auf Grund verschiedener Faktoren innerhalb der letzten 30 Jahre von 900 auf landesweit 30 Brutpaare. Neben der Beschreibung der effektiven Lebensraumgröße oder Maschenweite weist die Methode deutliche Vorteile gegenüber etablierten Methoden auf, die vor allem die Gesamtlänge von Verkehrswegen in einem Gebiet messen oder die Anzahl von unzerschnittenen Räumen abbilden, die größer als 100 km² sind. Dabei werden diese Räume von Straßen begrenzt, die eine durchschnittliche Verkehrsmenge von über 1000 Fahrzeugen in 24 Stunden aufweisen. Die neue Messgröße fasst die Informationen über Landschaftszerschneidung anschaulich in einem einzigen Wert zusammen. Sie liefert

Effektive Maschengröße m_{eff}

Die Definition der effektiven Maschenweite m_{eff} folgt dem Begriff des Kohärenzgrades C , der die Wahrscheinlichkeit dafür angibt, dass zwei beliebige Punkte, die in einem Gebiet liegen, nach der Zerteilung des Gebietes noch gemeinsam in einer Fläche liegen. Dieser Ansatz führt zu folgender Berechnungsformel (Jaeger 2001b):

$$m_{\text{eff}} = F_g \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{F_i}{F_g} \right)^2$$

2. Die Multiplikation mit der Größe des Gebietes rechnet die Wahrscheinlichkeit in eine Fläche um. Diese Fläche gibt dann die Größe der „Maschen“ eines regelmäßigen Netzes mit dem gleichen Zerschneidungsgrad an und lässt sich mit anderen Gebieten vergleichen.

1. Dieser Teil der Formel gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die beiden Punkte in derselben Teilfläche liegen.

Dabei bezeichnen n = Zahl der verbleibenden Flächen, F_i = Flächeninhalt von Fläche i , F_g = Gesamtfläche der untersuchten Region, welche in n Flächen oder „Patches“ zerteilt wurde.

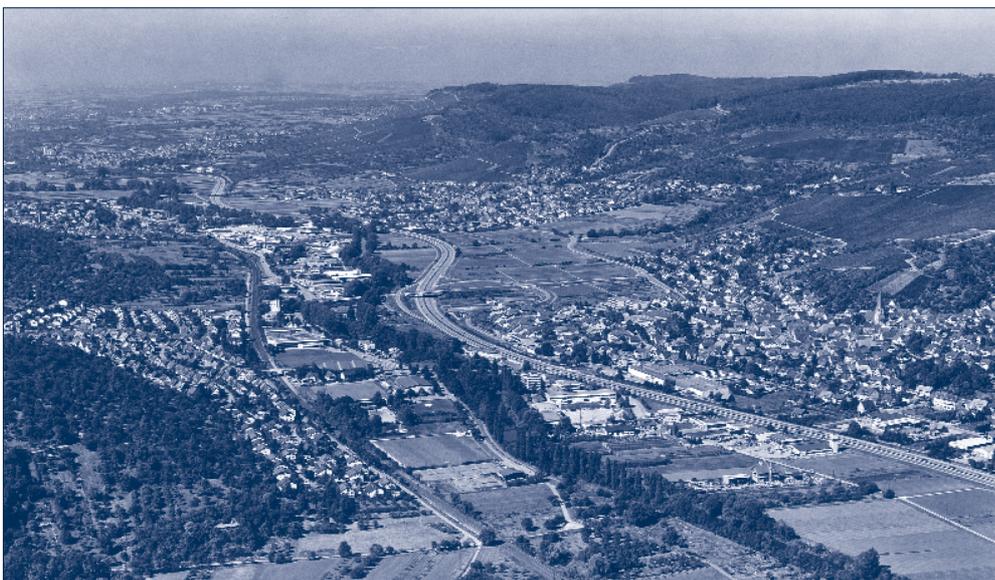
Die Berechnung der Flächenzerschneidung in Baden-Württemberg beruht auf ATKIS-Daten (Amtliches Topographisches-Kartographisches Informationssystem). Sie wurde mit den GIS-Programmen ArcView und ArcInfo berechnet (GIS: Geographisches Informationssystem). (Siehe Arbeitsbericht Nr. 214 oder Internet www.ta-akademie.de).

zuverlässige Zerschneidungsdaten auch von großen Räumen, wie Baden-Württemberg. Neben Bundes- und Kreisstraßen erfasst die effektive Maschenweite zusätzlich Gemeindestraßen und verschiedene Schienensysteme. Diese konnten aus methodischen Gründen bisher nicht berücksichtigt werden, obwohl sie Lebensräume genauso zertrennen wie die Bundes- oder Landesstraßen.

Indikator für Artenvielfalt

Die effektive Maschenweite ist damit ein aussagekräftiger Zerschneidungsindikator und kann

zur Entwicklung von regionalen Richt- und Grenzwerten herangezogen werden. Sie lässt sich auch als Indikator für Artenvielfalt einsetzen. Die Methode besitzt zudem ein hohes Entwicklungspotenzial: sie kann rechnerisch mit Daten zur Qualität von Lebensräumen und zur Stärke von Barrierewirkungen (z.B. Straßenbreite oder Verkehrsbelastung) verknüpft werden und lässt sich somit auch als Indikator für Artenvielfalt einsetzen. Bei der Planung einzelner Strecken oder bei der Konzeption von Verkehrsnetzen könnte sie Umweltverträglichkeitsprüfungen sinnvoll ergänzen.



Luftbilder:

Weinstadt/Remshalden (1956/1989) aus Südost. Oben ist die neue Bundesstraße B29 gerade im einspurigen Bau, unten hat sie sich bereits zum autobahnartigen Verkehrsverband entwickelt.

**Bilder: Luftbildarchiv
Albrecht Brugger
bei der Landesbildstelle
Württemberg**

Flächenzerschneidung in Baden-Württemberg, heutiger Stand

Gemeinsam mit dem Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart (ILPÖ) und der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) berechnete die TA-Akademie auf der Basis der Messgröße m_{eff} die Zerschneidungsdaten für Baden-Württemberg.

Ökologischer Flickenteppich

Der Südwesten Deutschlands ist danach wesentlich stärker zerstückelt als bisher angenommen. Mittlerweile existieren nur noch sechs zusammenhängende Flächen im Land, die größer als 100 Quadratkilometer sind und nicht durch Straßen oder Bahnstrecken zerschnitten werden (s. Kartenbeilage).

Große unzerschnittene Räume bestehen in Baden-Württemberg lediglich noch im Nordschwarzwald, auf der Schwäbischen Alb und im Schönbuch (Abb. 2). Unzerschnittene verkehrsarme Räume sind nicht nur für den Erhalt der biologischen Vielfalt bedeutsam, sie wirken sich durch Luftzirkulation und Luftaustausch positiv auf das Klima nahegelegener Ballungsgebiete aus. Sie ermöglichen Erholungssuchenden Tageswanderungen ohne Störung durch Verkehrslärm. Zudem verbessern sie die

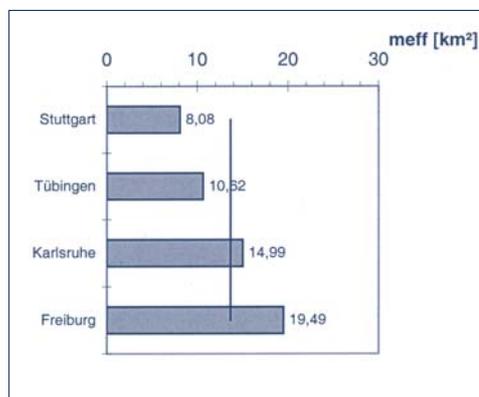


Abbildung 1:

Effektive Maschenweite der vier Regierungsbezirke Baden-Württembergs*

* als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bund-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt.

Die senkrechte Linie bezeichnet die effektive Maschenweite Baden-Württembergs von 13,7 km².

Trinkwassersituation, indem sie die Grundwasserneubildung fördern und zur Reinigung des Niederschlagswassers beitragen.

Die Verdichtungsräume Mannheim, Stuttgart, Ulm, Karlsruhe, Konstanz und Heilbronn sind am stärksten parzelliert. Daneben liegen aber auch Kreise an der Spitze der Zerschneidungsskala, die jenseits der urbanisierten Zentren liegen, wie der Bodenseekreis oder der Kreis Hohenlohe (Abb. 3). In diesen Gebieten steht den Arten rechnerisch nur noch eine effektive Maschenweite zwischen 1,5 und 5 Quadratkilometern zur Verfügung (Jaeger et al., 2001). Diese Berechnung belegt, dass die Flächenzerschneidung nicht parallel zur Bevölkerungsdichte eines Kreises verläuft. So ist die effektive Maschenweite im Kraichgau höher als im Bodenseeraum oder dem Westallgäuer Hügelland, obwohl die Bevölkerungsdichte in beiden Naturräumen wesentlich geringer ist. Die höhere Zerschneidung lässt sich dort auf die mangelnde Verkehrsbündelung zurückführen.

Unzerschnittene Räume im Schwarzwald

Die Regierungsbezirke sind unterschiedlich zerschnitten (Abb. 1): Stuttgart ist am stärksten, Freiburg am wenigsten zerteilt. Freiburg und Karlsruhe profitieren dabei von den unzerschnittenen Flächen im Schwarzwald, denn große unzerschnittene Räume wirken sich besonders positiv auf die effektive Maschenweite aus.

Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie

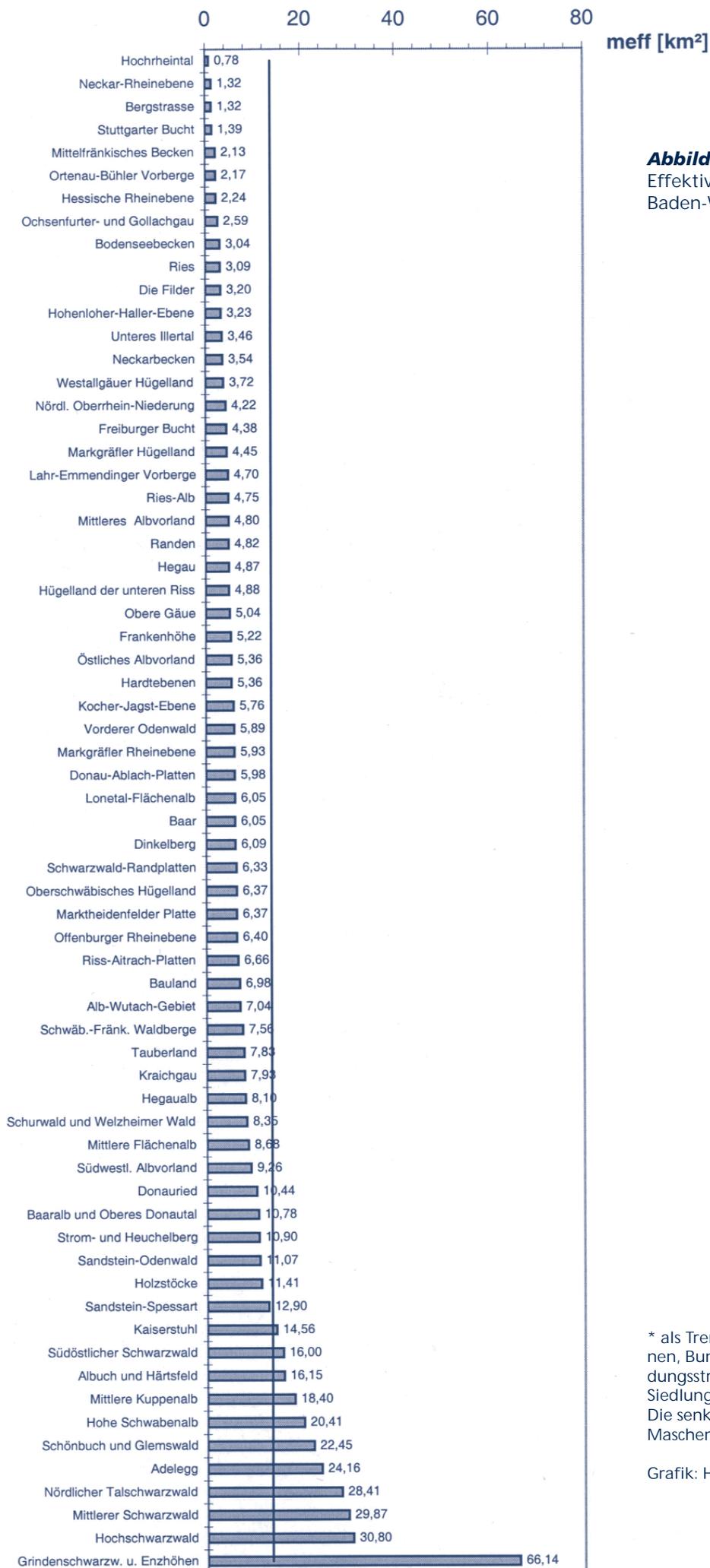


Abbildung 2:
Effektive Maschenweite der 66 Naturräume
Baden-Württembergs*

* als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bund-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt. Die senkrechte Linie bezeichnet die effektive Maschenweite Baden-Württembergs von 13,7 km².

Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie

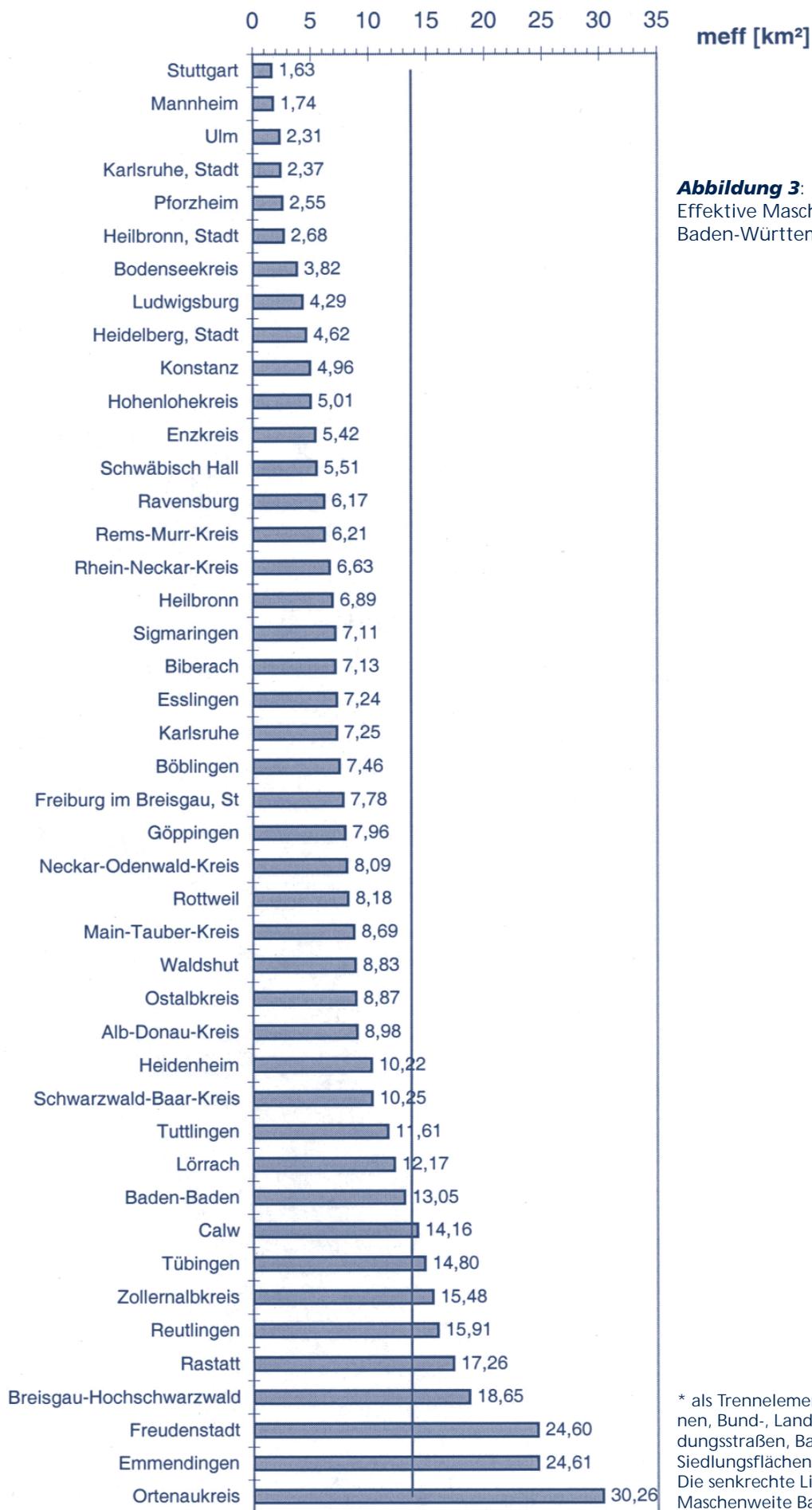


Abbildung 3:
Effektive Maschenweite der 44 Landkreise Baden-Württembergs*

* als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bund-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt. Die senkrechte Linie bezeichnet die effektive Maschenweite Baden-Württembergs von 13,7 km².

Wie sah es vor 70 Jahren aus?

Gemeinsam mit dem ILPÖ und der LfU hat die TA-Akademie die Zerschneidungsentwicklung bis in das Jahr 1930 zurückverfolgt. Dazu wurden historische Karten zu vier früheren Zeitpunkten analysiert (1930, 1966, 1977, 1989). Die Ergebnisse wurden im Juni 2002 in einem Arbeitsbericht veröffentlicht und können dort ausführlich nachgelesen werden (Esswein et al. 2002). Diese Untersuchung zählt zu den genauesten, welche je für ein deutsches Bundesland erstellt worden sind. Sie hat das größte zeitliche Untersuchungsfenster und ist die erste Studie, die den Beitrag des steigenden Verkehrsaufkommens zur Landschaftszerschneidung einbezieht.

Die Zerschneidung der Landschaften in Baden-Württemberg hat seit 1930 drastisch zugenommen und nimmt weiter zu. Der Wert der effektiven Maschenweite ist landesweit um 40 % zurückgegangen, von 22,9 km² auf 13,7 km² (Tab. 2). Es kommt noch hinzu, dass der Ausbaustandard und damit die Nutzung der Straßen heute weitaus höher sind als vor 50 Jahren. Die Zerschneidungswirkung hat somit in Wirklichkeit noch stärker zugenommen, als es die Werte der effektiven Maschenweite aufzeigen.

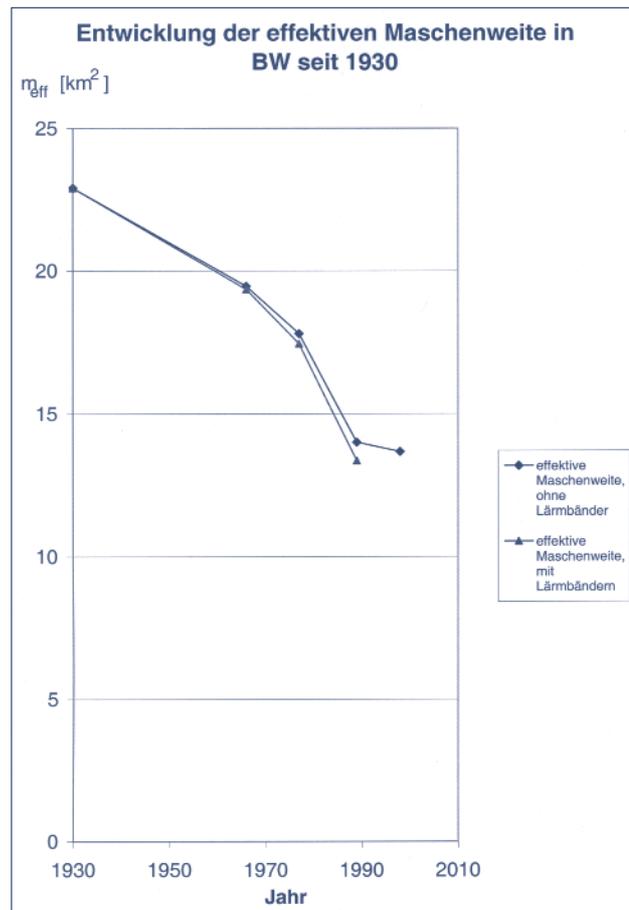


Abbildung 4:

Entwicklung des Zerschneidungsgrades in Baden-Württemberg, gemessen mit der effektiven Maschenweite, m_{eff} (in km²), im Vergleich mit und ohne Berücksichtigung der Lärmbänder um Straßen. Als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt. Der Wert für 1998 mit Berücksichtigung der Lärmbänder liegt noch nicht vor, er wird anlässlich der kommenden Ausgabe des Statusberichtes 2003/04 berechnet werden.

(Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie)

Zeitpunkt	Effektive Maschenweite m_{eff}	Größte verbleibende Fläche	Flächen > 100 km ² Anzahl (Gesamtfläche / in % der Landesfläche)	Flächen > 50 km ² Anzahl (Gesamtfläche / in % der Landesfläche)
1930	22,92 km ²	206,2 km ²	11 (1497 km ² / 4,2 %)	52 (4067 km ² / 11,8 %)
1966	19,46 km ²	161,5 km ²	7 (975 km ² / 2,7 %)	39 (3068 km ² / 8,6 %)
1977	17,80 km ²	161,4 km ²	7 (973 km ² / 2,7 %)	36 (2875 km ² / 8,0 %)
1989	13,99 km ²	146,8 km ²	6 (753 km ² / 2,1 %)	23 (1941 km ² / 5,4 %)
1998	13,66 km ²	146,7 km ²	6 (752 km ² / 2,1 %)	22 (1880 km ² / 5,3 %)

Tabelle 2:

Daten zur Entwicklung der Landschaftszerschneidung Baden-Württemberg. Angegeben sind die effektive Maschenweite, die Größe der größten verbliebenen unzerschnittenen Fläche, die Zahl der Flächen >100 km² und >50 km² (die letzte Spalte „Flächen >50 km²“ bezieht die Flächen >100 km² mit ein). Als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt (ohne Berücksichtigung des steigenden Verkehrsaufkommens).

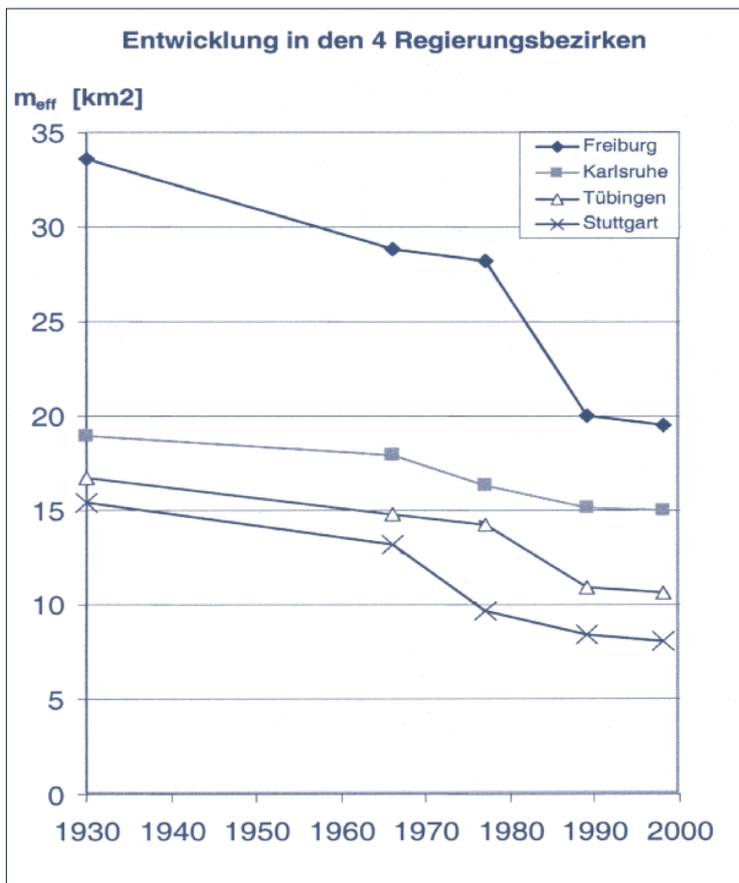


Abbildung 5: Entwicklung der effektiven Maschenweite in den vier Regierungsbezirken von 1930 bis 1998. Als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt (ohne Berücksichtigung des steigenden Verkehrsaufkommens).

(Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie)

Tabelle 3: Daten zur Entwicklung der Landschaftszerschneidung in den 4 Regierungsbezirken. Als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt (ohne Berücksichtigung des steigenden Verkehrsaufkommens).

Regierungsbezirk	Effektive Maschenweite (km ²)					Veränderung gegenüber 1930
	1930	1966	1977	1989	1998	
Stuttgart	15,45	13,20	9,63	8,73	8,08	-48 %
Tübingen	16,73	14,77	14,25	10,87	10,62	-37 %
Karlsruhe	18,93	17,90	16,33	15,15	14,99	-21 %
Freiburg	33,63	28,83	28,16	20,01	19,49	-42 %

Berücksichtigung der Lärmbänder

Einen Teil dieser zusätzlichen Zerschneidungswirkung kann die effektive Maschenweite zum Ausdruck bringen, wenn die Verlärmungskorridore um die Straßen berücksichtigt werden. Die Breite der Lärmbänder wird in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke und der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Fahrzeuge berechnet. Für ein Verkehrsaufkommen von 50000 Kfz/Tag beträgt sie zum Beispiel zu jeder Seite 460 Meter für 90 km pro Stunde und 870 Meter für 130 km pro Stunde (Reijnen et al. 1995). Damit ergibt sich landesweit in Baden-Württemberg bereits für 1989 ein Wert von 13,3 km², d.h., unterhalb des aktuellen Wertes ohne Berücksichtigung der Verkehrsstärke. Der heutige Wert mit Berücksichtigung der Verkehrsstärke konnte aus technischen Gründen noch nicht ermittelt werden und wird zur Neuausgabe des Statusberichtes „Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg“ 2003/04 berechnet werden.

Die Zahl der unzerschnittenen Gebiete größer als 100 km² ist von elf im Jahr 1930 auf sechs reduziert worden. Der Anteil dieser Gebiete an der Landesfläche hat sich halbiert: Er sank von 4,2 % auf 2,1 %. Der gleiche Trend ist bei den unzerschnittenen Gebieten größer als 50 km² zu beobachten, deren Anzahl von 52 auf 22 verringert wurde.

In allen vier Regierungsbezirken ist der rückläufige Trend der effektiven Maschenweite zu beobachten. Die Reduktion der effektiven Maschenweite seit 1930 liegt zwischen 21 % im Bezirk Karlsruhe und 48 % im Bezirk Stuttgart (Tab. 3).

In den 44 Landkreisen ist die Verringerung der effektiven Maschenweite seit 1930 unterschiedlich stark. Die Verringerung übersteigt in manchen Gebieten 60 %, und zwar in den Landkreisen Ulm, Karlsruhe/Stadt und Göppingen (Tab. 4). Im Bodenseekreis, Hohenlohekreis und Rems-Murr-Kreis sowie in Heidenheim, Heilbronn/Stadt, Pforzheim, Schwäbisch-Hall, Stuttgart und Waldshut wurde die effektive Maschenweite in den letzten 70 Jahren noch um mehr als die Hälfte reduziert. Lediglich in Freudenstadt, Baden-Baden und Rastatt ist die Maschenweite um weniger als 20 % verringert worden.

In mehreren Kreisen sieht die Entwicklung noch deutlich negativer aus, wenn man die Lärmbänder mit berücksichtigt. Bereits 1989 liegen

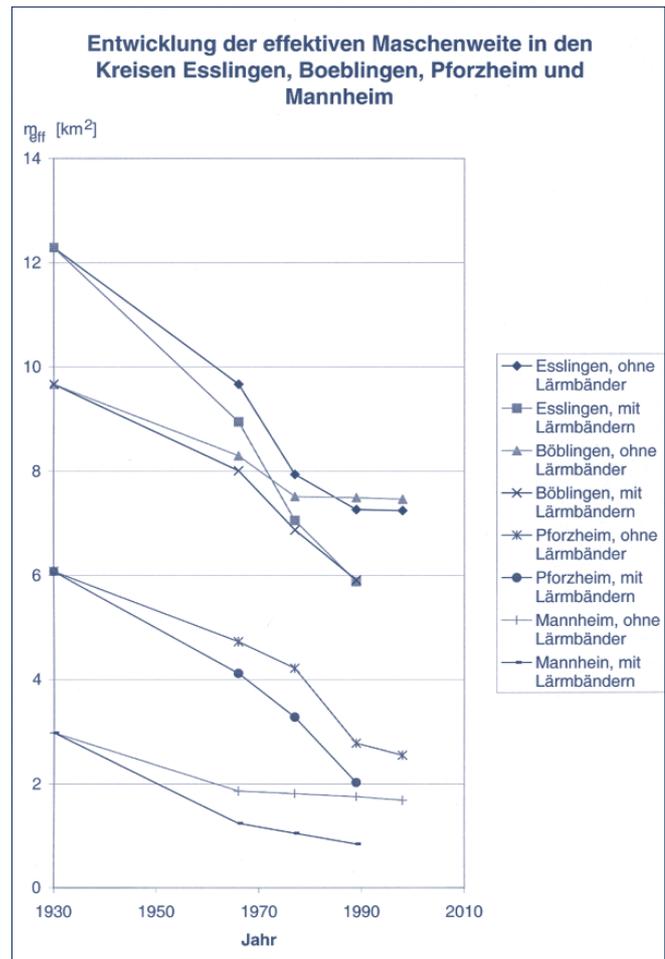


Abbildung 7:

Zeitreihe zur Entwicklung der effektiven Maschenweite innerhalb der Kreise Esslingen, Böblingen, Pforzheim und Mannheim im Vergleich mit und ohne Berücksichtigung der Verkehrsstärke von 1930 bis 1998.

(Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie)

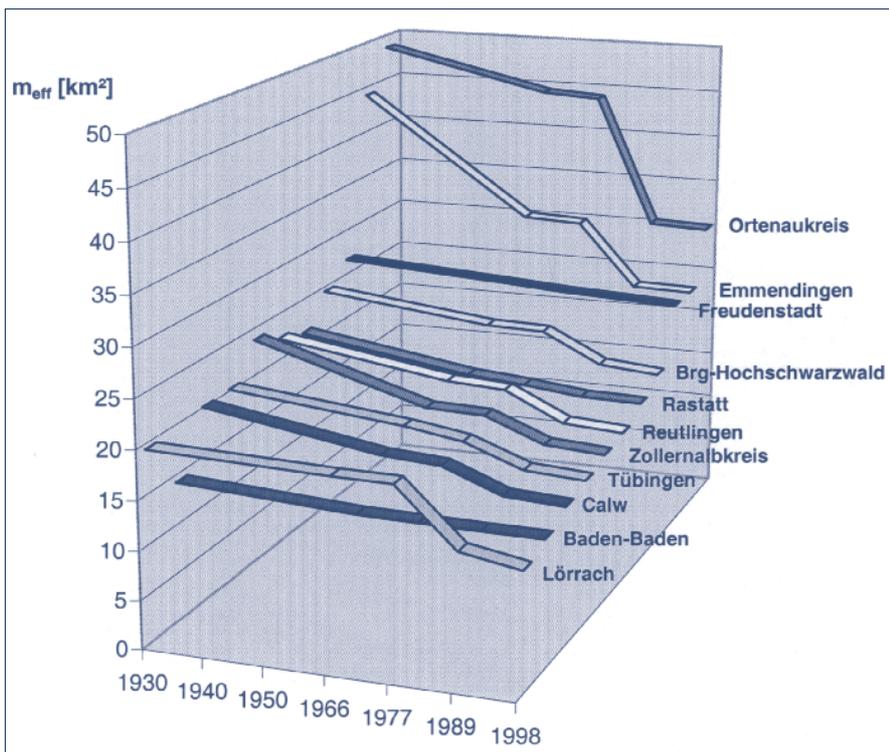


Abbildung 6:

Entwicklung der effektiven Maschenweite in 11 ausgewählten Landkreisen von 1930 bis 1998. Als Trennelemente (Barrieren) werden Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindeverbindungsstraßen, Bahnlinien, Flüsse ab 6 m Breite, Siedlungsflächen und Seen berücksichtigt (ohne Berücksichtigung des steigenden Verkehrsaufkommens).

(Grafik: Heide Esswein & Jochen Jaeger, TA-Akademie)

dann die Werte der effektiven Maschenweite tiefer als für 1998 ohne Lärmbänder. Beispiele sind Esslingen, Böblingen, Pforzheim und Mannheim.

Was diese Daten für die Tier- und Pflanzenwelt bedeuten, wird dadurch deutlich, dass die Roten Listen der bedrohten Arten immer länger werden. Ausgestorben oder akut gefährdet sind in Baden-Württemberg heute unter anderem 75 % der Amphibien, 47 % der freilebenden Säugetiere, 38 % der Vogelarten, 38 % der Schmetterlinge und 28 % der Farn- und Blütenpflanzen (Gastel et al., 1995). Die Abschätzung der Folgen wird dadurch erschwert, dass zahlreiche Tierarten auf die Habitaterschneidung und -zerstückelung oft erst nach Jahrzehnten sichtbar reagieren. Für den Artenreichtum in Feuchtgebieten weist dies die Arbeit von Findlay und Bourdages (2000)

nach. Zunächst scheint sich nach dem Bau neuer Verkehrswege nicht viel zu verändern. Erst mit der Zeit wird erkennbar, dass wichtige Prozesse im Ökosystem nicht mehr so ablaufen wie zuvor, was auf Dauer dazu führt, dass sich die Artenzusammensetzung verschiebt und Arten verschwinden. Es muss daher mit erheblichen Zeitverzögerungen zwischen dem Bau der Verkehrswege und erkennbaren Auswirkungen für Populationen gerechnet werden. Insbesondere sind in den kommenden Jahrzehnten weitere Artenverluste als Folge der bereits durchgeführten Landschaftseingriffe wahrscheinlich. Ein Reagieren auf beobachtete Rückgänge von Populationen kann daher schon zu spät sein, weil die Landschaft bereits so stark verändert worden ist, dass es sich nicht mehr rückgängig machen lässt und Ersatzmaßnahmen nicht mehr rechtzeitig wirksam werden.

Kreis	effektive Maschenweite m_{eff} (km ²)		Veränderung gegenüber 1930	Kreis	effektive Maschenweite m_{eff} (km ²)		Veränderung gegenüber 1930
	1930	1998			1930	1998	
Alb-Donau-Kreis	14,49	8,98	-38 %	Ludwigsburg	6,21	4,29	-31 %
Baden-Baden	14,25	13,05	-8 %	Main-Tauber-Kreis	14,06	8,69	-38 %
Biberach	11,17	7,13	-36 %	Mannheim	2,98	1,69	-43 %
Böblingen	9,67	7,46	-23 %	Neckar-Odenwald-Kr.	13,18	8,09	-39 %
Bodenseekreis	9,38	3,82	-59 %	Ortenaukreis	48,56	30,26	-38 %
Brg.-Hochschwarzwald	24,48	18,65	-24 %	Ostalbkreis	14,69	8,87	-40 %
Calw	20,12	14,16	-30 %	Pforzheim	6,08	2,55	-58 %
Emmendingen	44,06	24,61	-44 %	Rastatt	21,33	17,26	-19 %
Enzkreis	7,38	5,42	-27 %	Ravensburg	9,56	6,17	-35 %
Esslingen	12,29	7,24	-41 %	Rems-Murr-Kreis	14,57	6,21	-57 %
Freiburg im Brg.; St.	11,38	7,78	-32 %	Reutlingen	22,32	15,91	-29 %
Freudenstadt	26,63	24,60	-8 %	Rhein-Neckar-Kreis	9,98	6,61	-34 %
Göppingen	21,62	7,69	-63 %	Rottweil	14,72	8,18	-44 %
Heidelberg, Stadt	7,63	4,62	-39 %	Schwäbisch Hall	11,31	5,51	-51 %
Heidenheim	21,80	10,22	-53 %	Schwarzwald-Baar-Kr.	15,86	10,25	-35 %
Heilbronn	10,23	6,89	-33 %	Sigmaringen	10,86	7,11	-35 %
Heilbronn, Stadt	6,50	2,67	-59 %	Stuttgart	3,59	1,63	-55 %
Hohenlohekreis	10,26	5,01	-51 %	Tübingen	20,20	14,80	-27 %
Karlsruhe	13,21	7,25	-45 %	Tuttlingen	20,20	11,61	-43 %
Karlsruhe, Stadt	6,48	2,37	-63 %	Ulm	7,02	2,30	-67 %
Konstanz	9,20	4,95	-46 %	Walshut	18,18	8,83	-51 %
Lörrach	19,48	12,17	-38 %	Zollernalbkreis	23,75	15,48	-35 %

Tabelle 4: Daten zur Entwicklung der effektiven Maschenweite in den 44 Kreisen.

Abnahme der effektiven Maschenweite innerhalb der Kreise von 1930 - 1998



10 0 10 20 30 Kilometer

Legende

Abnahme der effektiven Maschenweite

- 0 - 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 30 %
- 30 - 40 %
- 40 - 50 %
- 50 - 60 %
- 60 - 70 %

M: 1:1 200 000

Abb. Prozentuale Abnahme der effektiven Maschenweite innerhalb der 44 Kreise BW von 1930 bis 1998 (mit Gemeindeverbindungsstraßen)

Grundlage: ATKIS Daten M 1:10 000 der LfU Karlsruhe (1998); Karte des Deutschen Reiches um 1930, Staatsbibliothek zu Berlin

Bearbeiter: H. Esswein, Akademie für Technikfolgenabschätzung in BW; H.-G. Schwarz-v. Raumer, Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Mai 2002

Eine Trendwende - aber wie?

Die Flächenzerschneidung ist ein gesellschaftliches Problem. Um sie wirksam zu reduzieren, muss das Problembewusstsein und die Akzeptanz von regulierenden Maßnahmen verbessert werden.

Zudem sollte die im Bereich der Verkehrsplanung und der Raumentwicklung gängige bedarfsorientierte Planung auf eine leitbildorientierte Planung umgestellt werden. Dabei wäre drei Entwicklungen entgegenzuwirken, die die Flächenzerschneidung maßgeblich fördern:

1. die fortschreitende Zersiedlung,
2. die zunehmende Entmischung von einst eng verflochtenen Standorten für Wohnen, Arbeiten, Einkauf und Freizeit und
3. das daraus resultierende Verkehrswachstum.

Parallel dazu wären die Einstufung von unzerschnittenen Räumen als schutzwürdiges Gut und die Einführung eines Verschlechterungsverbots für den Verbund von Biotopkomplexen (**landscape connectivity**) sinnvoll. Dabei könnte man sich bei der Netzbetrachtung an der europäischen Flora- und Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) orientieren. Zusätzlich zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Einzeleingriffe könnte eine UVP für Summenwirkungen eingeführt werden (Strategische Umweltprüfung), wie sie derzeit auf europäischer Ebene diskutiert wird.

Auf Basis der Experteninterviews schlägt die TA-Akademie darüber hinaus für bestehende Eingriffsverfahren folgende Erweiterungen vor:

Maßnahmen zur Verbesserung bestehender Eingriffsverfahren:

- Regelmäßiges Monitoring der Eingriffsfolgen und Erfolgskontrollen von Ausgleichsmaßnahmen.
- Nachbesserungspflicht für nachträglich festgestellte Schäden. Der

Verursacher übernimmt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens die Verantwortung für die Folgen des Eingriffs. Diese Verpflichtung kann mit einer Versicherung für unerwartete Folgen verbunden werden. Nachbesserungsmaßnahmen von Summenwirkungen, die keinem einzelnen Eingriff zuzuweisen sind, könnten aus der Mineralölsteuer finanziert werden. Die ökologischen Kosten der Zerschneidung könnten so allen Verkehrsteilnehmern entsprechend ihrer Fahrleistung angelastet werden.

- Erarbeitung von Richtwerten für die Landschaftszerschneidung.
- Für den Zerschneidungsindex m_{eff} könnten regionale Richtwerte entwickelt werden, die sich an der Art des Naturraumes orientieren z. B. für verdichtete, ländliche oder naturnahe Räume (Jaeger, 2001a).
- Erstellen von bundesweiten Karten zur Landschaftszerschneidung sowie von Zeitreihen. Für andere Bundesländer existieren derzeit noch keine so differenzierten Untersuchungen wie für Baden-Württemberg.

Auf der Basis dieser Maßnahmen könnte das Wachstum des Flächenverbrauchs merklich reduziert und die damit verbundenen Umweltbelastungen begrenzt werden.

Literatur

- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2000): Raumordnungsbericht 2000. Berichte Band 7. Bonn (Selbstverlag des BBR).
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hg.) (1999): Daten zur Natur 1999. Landwirtschaftsverlag, Bonn.
- Bundesminister des Innern (Hg.) (1985): Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung. Bundestags-Drucksache 10/2977 vom 7. März 1985. Kohlhammer, Stuttgart.
- Bundesministerium für Verkehr (1996): Verkehr in Zahlen, Bonn.
- Esswein, H., Jaeger, J., Schwarz-von Raumer, H.-G., und M. Müller (2002): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite. Arbeitsbericht Nr. 214 der TA-Akademie, Stuttgart.
- Findlay, C.S., und J. Bourdages (2000): Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. - *Conservation Biology* 14 (1): 86-94.
- Frey, E., und Niederstraßer, J. (2000): Baumaterialien für den Amphibienschutz an Straßen. Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz in Baden-Württemberg, Naturschutz-Praxis: Artenschutz 3, Fachdienst Naturschutz, Karlsruhe.
- Gastel, R., Herr, C.-P., Hutter, C.-P., Marx, J., Reinöhl, H., Ulrich, A., Weber, J., und R. Wolf (1995): Landschaftsschutzgebiete im Landkreis Ludwigsburg. - Führer Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 8 (2. Auflage): 1-266.
- Glitzner, I., Beyerlein, P., Brugger, C., Egermann, F., Paill, W., Schlögel, B., und F. Tataruch (1999): Literaturstudie zu anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen von Straßen auf die Tierwelt. Endbericht. Erstellt im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien, Abteilung 22-Umweltschutz. „G5“-Game-Management, Graz 1999 (online: <http://www.magwien.gv.at/ma22/pool/doc/TiereundStrassen.pdf>).
- Holzgang, O., Sieber, U., Heynen, D., Lerber, F., Keller, V., und H.P. Pfister (2000): Wildtiere und Verkehr - eine kommentierte Bibliographie. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, 72 S. (online: http://www.vogelwarte.ch/pdf/pr_bib-dt.pdf).
- Jaeger, J. (1998): Exposition und Konfiguration als Bewertungsebenen für Umweltgefährdungen. - *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU)* 11 (3/4): 444-466.
- Jaeger, J. (2000a): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. - *Landscape Ecology* 15 (2): 115-130.
- Jaeger, J. (2000b): Bedarf nach Unsicherheits-Unterscheidungen. Eine empirische Untersuchung zum Umgang mit Unsicherheit bei der Eingriffsbewertung. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 32 (7): 204-212.
- Jaeger, J. (2001a): Beschränkung der Landschaftszerschneidung durch die Einführung von Grenz- oder Richtwerten. - *Natur und Landschaft* 76 (1): 26-34.
- Jaeger, J. (2001b): Ansätze zur Quantifizierung der Landschaftszerschneidung und die Einbeziehung räumlich-funktionaler Zusammenhänge. - In: F. Jopp und G. Weigmann (Hg.): Rolle und Bedeutung von Modellen für den ökologischen Erkenntnisprozess. Beiträge zu einer Tagung des Arbeitskreises „Theorie“ in der Gesellschaft für Ökologie vom 1.-3. März 2000. Peter Lang, Frankfurt/Main: 115-126.
- Jaeger, J., Esswein, H., Schwarz-von Raumer, H.-G., und M. Müller (2001): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg - Ergebnisse einer landesweiten räumlich differenzierten quantitativen Zustandsanalyse. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 33 (10): 305-317.
- Jaeger, J. (2002): Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäß dem Konzept der Umweltgefährdung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (in Druck).
- Lassen, D. (1979): Unzerschnittene verkehrssarme Räume in der Bundesrepublik Deutschland. - *Natur und Landschaft* 54: 333-334.

- Lassen, D. (1987): Unzerschnittene verkehrsarme Räume über 100 km² Flächengröße in der Bundesrepublik Deutschland. - *Natur und Landschaft* 62: 532-535.
- Lassen, D. (1990): Unzerschnittene verkehrsarme Räume über 100 km² - eine Ressource für die ruhige Erholung - *Natur und Landschaft* 65: 326-327.
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (2001): Umweltplan Baden-Württemberg.
- Reck, H. und Kaule, G. (1993) Straßen und Lebensräume. Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und Lebensräume. - *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 654*, Bonn-Bad Godesberg.
- Reijnen, R. (1995): Disturbance by car traffic as a threat to breedingbirds in The Netherlands. Diss. Univ. Leiden.
- Reijnen, M.J.S.M., Veenbaas, G., und R.P.B. Foppen (1995): Predicting the effects of motorway traffic on breeding bird populations. Ministry of Transport, Public Works and Water Mangement, Delft (The Netherlands).
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): (1974) Umweltgutachten 1974. Kohlhammer, Stuttgart.
- Scheringer, M., Berg, M., und U. Müller-Herold (1994): Jenseits der Schadensfrage: Umweltschutz durch Gefährdungsbegrenzung. - In: Berg, M.; Erdmann, G.; Hofmann, M.; Jaggy, M.; Scheringer, M., und H. Seiler (Hrsg.): Was ist ein Schaden? Zur normativen Dimension des Schadensbegriffs in der Risikowissenschaft. Vdf Hochschulverlag Zürich: 115-146.
- Umweltbundesamt (2000): Daten zur Umwelt - Der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000; Erich Schmidt Verlag Berlin.
- Umweltdaten 2000 (2000): Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.); JVA Mannheim, Mannheim.

Wissenschaftliche Leitung des Projekts

Dr. Jochen Jaeger

Wissenschaftliche Mitarbeit

Heide Esswein (TA-Akademie),

Dr. Hans-Georg Schwarz-von-Raumer (ILPÖ)

Manfred Müller (LfU)

Ausführliche Informationen zum Zerschneidungsindex “effektive Maschenweite” und zu den Experteninterviews finden sich in

Jaeger, Jochen: Quantifizierung und Bewertung der Landschaftszerschneidung. Arbeitsbericht Nr. 167 der TA-Akademie, Stuttgart Januar 2001

oder als pdf-download im Internet.

Ausführliche Informationen zu den Zeitreihen finden sich in

Esswein, Heide; Jaeger, Jochen; Schwarz-von-Raumer, Hans-Georg; Müller, Manfred: Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite. Arbeitsbericht Nr. 214 der Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart Juni 2002.

oder als pdf-download im Internet. Die Ergebnisse zum aktuellen Zustand in Baden-Württemberg sind außerdem in Jaeger et al. (2001) dargestellt. Detaillierte Erläuterungen zum Zerschneidungsmaß „effektive Maschenweite“ und zu den Experteninterviews sind in Jaeger (2002) veröffentlicht.

Die Arbeitsberichte können gegen eine Schutzgebühr von 7,70 EURO pro Exemplar zzgl. Porto- und Verpackung bestellt werden bei:

**Akademie für Technikfolgenabschätzung
in Baden-Württemberg
Industriestraße 5
70565 Stuttgart**

Tel. 0711/9063-0

Fax 0711/9063-299

<http://www.ta-akademie.de>

E-Mail: info@ta-akademie.de

Die TA-Akademie

Die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg hat 1992 als Stiftung des öffentlichen Rechts in Stuttgart ihre Arbeit aufgenommen. Die Konzeption der TA-Akademie ist Resultat des Wunsches von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und gesellschaftlichen Gruppen, ein Forum für die Technikfolgenabschätzung im Land und eine Plattform für den öffentlichen Diskurs über die Chancen und Risiken von Technik zu institutionalisieren. Die Satzung der TA-Akademie legt als Aufgaben fest, „Technikfolgen zu erforschen, diese Folgen zu bewerten und den gesellschaftlichen Diskurs über Technikfolgenabschätzung zu initiieren und zu koordinieren“. Die Stiftung ist in vier wissenschaftliche Funktionsbereiche, den Bereich „Geschäftsführung und Öffentlichkeitsarbeit“ sowie den Querschnittsbereich „Diskurs“ gegliedert. Der Stiftungsrat und das Kuratorium setzen sich aus Vertretern der Politik, der Wissenschaft und unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppen zusammen.

Impressum

Autoren der Kurzinfo:

Dr. Brigitte Kranz

Überarbeitung für die Neuauflage: Dr. Jochen Jaeger, Heide Esswein

Layout: Antje Schöder

Druck: Rudolph-Sophien-Stift gGmbH, Stuttgart
a klein, Filderstadt (beigelegte Karte)