

Erste Fortschreibung zeigt: Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg weiter stark angestiegen

Jochen Jaeger

Die Landschaftszerschneidung hat in Baden-Württemberg in den letzten sechs Jahren weiter stark zugenommen. Dies zeigt die erste Fortschreibung der Zeitreihen zum Grad der Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg [3] [8]. Entgegen allen Hoffnungen auf eine Trendwende ist keine Abschwächung des Trends erkennbar. Im Gegenteil: Die Zerschneidung scheint eher noch verstärkt zuzunehmen (Abb. 1).

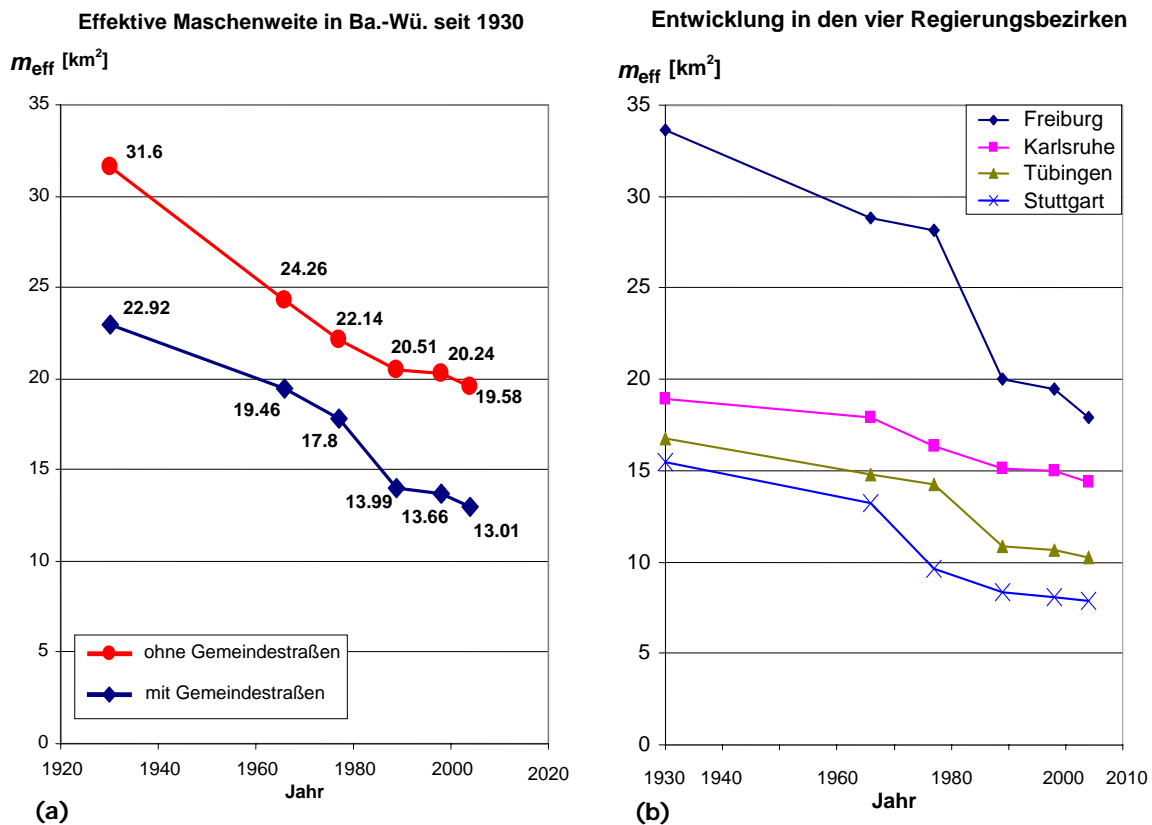


Abb. 1: (a) Entwicklung der effektiven Maschenweite m_{eff} in Baden-Württemberg von 1930 bis 2004, angegeben in km^2 , mit Berücksichtigung der Gemeindestraßen („m.G.“, untere Kurve) und ohne Berücksichtigung der Gemeindestraßen („o.G.“, obere Kurve); je stärker eine Landschaft zerschnitten ist, umso geringer ist die effektive Maschenweite; (b) Entwicklung der effektiven Maschenweite innerhalb der vier Regierungsbezirke (Ebene „mit Gemeindestraßen“) von 1930 bis 2004 (aus [8]).

Messung des Zerschneidungsgrades

Der Zerschneidungsgrad wird mit der *effektiven Maschenweite* gemessen. Die effektive Maschenweite drückt die Wahrscheinlichkeit aus, dass zwei zufällig ausgewählte Punkte in einem Gebiet verbunden sind, d.h. nicht durch Barrieren (z.B. Straßen oder Siedlungen)

getrennt sind. Je mehr Barrieren in der Landschaft sind, umso geringer wird diese Verbindungswahrscheinlichkeit und umso kleiner wird die effektive Maschenweite. Entsprechend nimmt auch die Möglichkeit ab, dass Tiere oder Menschen sich frei in der Landschaft bewegen können, ohne solchen Barrieren zu begegnen, und ebenso die Möglichkeit, dass zwei Tiere im Gebiet einander finden können, z.B. um sich fortzupflanzen. Die Begegnungsmöglichkeit von Tieren derselben Art ist eine wesentliche Bedingung für die Fortpflanzung und das Überleben der Art. Die Verbindungswahrscheinlichkeit wird durch die Multiplikation mit der Gesamtgröße des Gebiets in eine Flächengröße – die effektive Maschenweite – umgerechnet (angegeben in km^2). Als Zerschneidungselemente wurden in Baden-Württemberg dabei die Ortslagen und Stillgewässer, die Fließgewässer (breiter als 6 m), Schienenwege und Straßen (Bundesautobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis- und die Gemeindestraßen) berücksichtigt.

Im Jahr 1998 lag der Wert der effektiven Maschenweite bei $20,24 \text{ km}^2$ ohne Berücksichtigung der Gemeindestrassen und bei $13,66 \text{ km}^2$, als auch die Gemeindestrassen mit einbezogen wurden. Bis zum Jahr 2004, d.h. nur 6 Jahre später, ist der Wert auf $19,58 \text{ km}^2$ (ohne Gemeindestraßen) bzw. $13,01 \text{ km}^2$ (mit Gemeindestraßen) abgesunken. Gegenüber den Werten von 1930 bedeutet dies eine Abnahme von 38% bzw. 43% (Abb. 1a). Die Werte der effektiven Maschenweite für die Landkreise liegen heute zwischen $26,47 \text{ km}^2$ im Ortenaukreis und lediglich noch $1,4 \text{ km}^2$ im Kreis Stuttgart. Im Ortenaukreis ist die effektive Maschenweite gegenüber 1998 in nur sechs Jahren um $3,8 \text{ km}^2$ verringert worden, in Stuttgart um $0,23 \text{ km}^2$.

Für die Zahl der unzerschnittenen Räume (UZR) $> 50 \text{ km}^2$ sieht der Trend ähnlich aus: Die Zahl der UZR $> 50 \text{ km}^2$ ist **von 82** im Jahr 1930 ($6652 \text{ km}^2 = 18,6\%$) auf heute **39** (mit Berücksichtigung der Gemeindestraßen) zurückgegangen bzw. **von 52** ($4067 \text{ km}^2 = 11,8\%$) im Jahr 1930 auf heute **22** (ohne Berücksichtigung der Gemeindestraßen). Flächenmäßig bedeutet dies eine Reduktion der UZR **um 55%** innerhalb von 75 Jahren. Eine lineare Fortschreibung dieses Trends führt auf den Verlust aller Flächen $> 50 \text{ km}^2$ bis zum Jahr 2066. Die noch verbleibenden Lebensräume für Tiere und Erholungsräume für Menschen werden somit immer kleiner. Sie werden immer stärker durch das Verkehrsnetz und durch Gewerbe- und Wohngebiete eingeengt. Die neuen Werte zum Anstieg der Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg sind in [8] ausführlich dargestellt und erläutert.

Auswirkungen der Landschaftszerschneidung

Die Landschaftszerschneidung gilt als eine wesentliche Ursache des besorgniserregenden Rückgangs von Wildtierpopulationen und für Verluste von Arten in Mitteleuropa. Dabei sind vier Hauptwirkungen zu unterscheiden: Verkehrswege verkleinern die Habitatflächen und die Habitatqualität, sie wirken als Barrieren und verhindern damit den Zugang zu Ressourcen auf der anderen Straßenseite, sie erhöhen die Mortalität aufgrund der Kollisionen mit Fahrzeugen, und sie zerteilen die verbliebenen Habitatflächen in kleinere, stärker isolierte Fragmente. Modellsimulationen zeigen, dass ab einer bestimmten Zahl von Straßen in einer Landschaft

nicht nur die Größe der Population sinkt, sondern die Überlebenswahrscheinlichkeit der Population rasch auf 0 verringert wird (Abb. 2). Wo diese Schwellenwerte für die verschiedenen Tierarten liegen, ist bisher noch kaum erforscht. Zudem hat die Zerschneidung negative Auswirkungen für Bodengefüge und Bodenbedeckung, Wasserhaushalt, Immissionsbelastung, Kleinklima, Landschaftsbild und Erholungswert sowie für die Landnutzung. Obwohl die deutsche Bundesregierung schon in der Bodenschutzkonzeption von 1985 eine „Trendwende im Landverbrauch“ zu ihrem Ziel erklärt hat [1] und die Erhaltung großer unzerschnittener, verkehrsarmer Räume als ein zentraler Grundsatz der Raumordnung und Landschaftsplanung gilt, hat die Landschaftszerschneidung in den letzten 20 Jahren bundesweit weiter deutlich zugenommen.

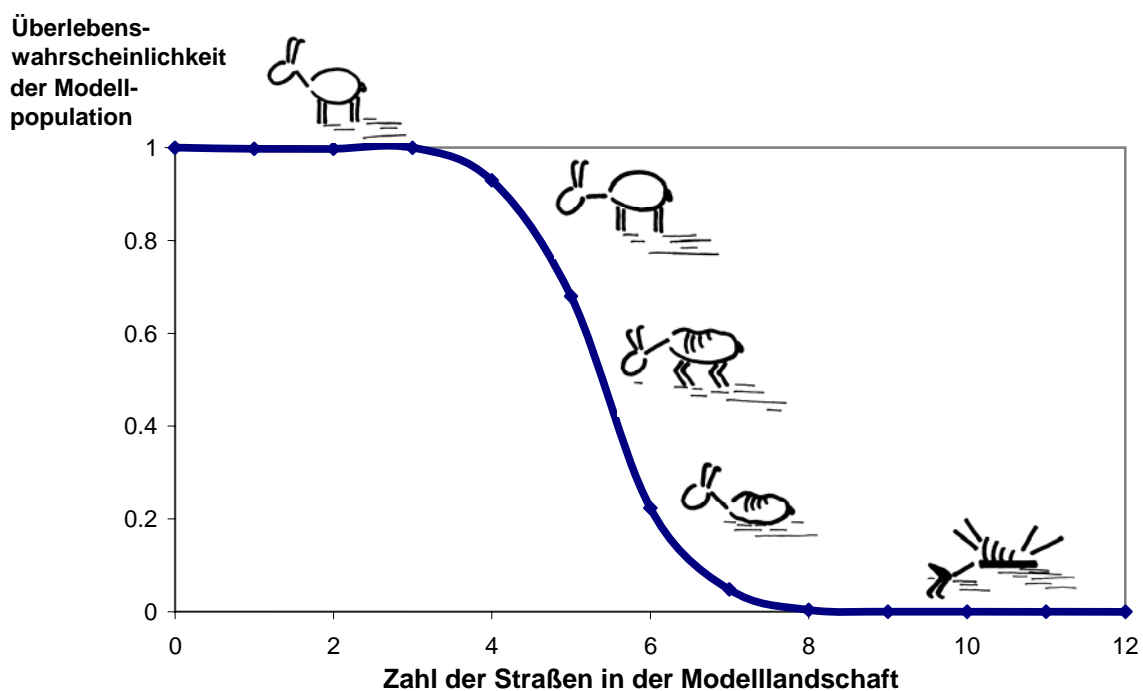


Abb. 2: Schwellenwert in der Überlebenswahrscheinlichkeit von Tierpopulationen als Reaktion auf zunehmende Landschaftszerschneidung. Dargestellt sind Ergebnisse aus Modellsimulationen. Dabei wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit als der Anteil der Modelldurchläufe bestimmt, bei denen die Population nach 1000 Zeitschritten noch existierte (basierend auf 500 Modelldurchläufen; Zeichnung der Tiere: Cristina BOSCHI; aus [7]).

Vorschläge zur Begrenzung der Landschaftszerschneidung

Der Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg hat in seinem Sondergutachten von 2004 Vorschläge erarbeitet, wie die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr reduziert werden kann. Der NBBW empfiehlt die Einführung handelbarer Zertifikate für die Ausweisung von Bauflächen, um die Zuwächse bei den Siedlungsflächen zu begrenzen. Ziel ist die schrittweise Reduktion des Zuwachses von derzeit noch 10 ha/Tag auf 3 ha/Tag im Jahr 2020. Für die Zeit ab 2025 solle über ein Nullwachstum verhandelt werden. Durch die Festlegung von Ausschlussflächen, die für eine Erweiterung der Siedlungs- und

Verkehrsflächen nicht zur Verfügung stehen, wäre dies auch ein Beitrag, um den Anstieg der Landschaftszerschneidung zu verlangsamen. Ein quantitatives Ziel zur Begrenzung der Landschaftszerschneidung fehlt jedoch bisher.

Die nun vorliegenden Daten über den Anstieg und den aktuellen Zustand der Landschaftszerschneidung schaffen eine Grundlage für planerische und politische Zielvereinbarungen und Maßnahmen mit direktem Bezug auf die Landschaftszerschneidung. Das Umweltbundesamt hat hierfür bereits einen konkreten Vorschlag in die Diskussion gebracht [9], siehe Tab. 1.

Tab. 1: Vom Umweltbundesamt zur Diskussion gestellte Werte zur Begrenzung der kleinteiligen Landschaftszerschneidung (aus [9]). Die maximale Größe der Untersuchungsregionen soll dabei 7000 km² nicht überschreiten.

Ausgangssituation Ende 2002: effektive Maschenweite m_{eff}	Ziel bis 2015: Abnahme der effektiven Maschenweite m_{eff} um weniger als
< 10 km ²	1,9 %
10 – 20 km ²	2,4 %
20 – 35 km ²	2,8 %
> 35 km ²	3,8 %

Ermittlung des Zerschneidungsgrades auch in anderen Ländern

Die Ergebnisse zur Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg wurden anfangs innerhalb des Projektes „Statusbericht zur Nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg“ der Akademie für Technikfolgenabschätzung erarbeitet, in Kooperation mit dem Institut für Landschaftsplanung und Ökologie (ILPÖ) der Universität Stuttgart und der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) in Karlsruhe. Eine Reihe von geeigneten Indikatoren wurde ausgewählt, um den Entwicklungstrend von nachhaltigkeitsrelevanten Umweltaspekten in Form von Zeitreihen zu beschreiben. Im Bereich „Biodiversität und Vielfalt von Landschaften“ wurde das neue strukturelle Maß zur Erfassung der Landschaftszerschneidung eingesetzt: die effektive Maschenweite. Diese Messgröße hat Dr. Jochen Jaeger an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich entwickelt [6]. Der Wert der effektiven Maschenweite liegt zwischen 0 km² (d.h. total zerschnitten oder überbaut) und der Gesamtgröße des untersuchten Gebiets. Der Indikator wird in regelmäßigen Abständen aktualisiert und somit ständig fortgeschrieben. Verwendet werden die Ergebnisse seit 2003 auch im Umweltbericht Baden-Württemberg. Die aktuellen Werte für 2004 wurden von Dipl.-Geogr. Heide Esswein und Dr. Hans-Georg Schwarz-von Raumer an der Universität Stuttgart im Auftrag der Landesanstalt für

Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) berechnet. Baden-Württemberg hat damit bundesweit eine Vorreiterrolle eingenommen, um das Thema der Landschaftszerschneidung länderübergreifend zu diskutieren und die weitere Entwicklung des Zerschneidungsgrades zu erfassen [11]. Für Hessen liegen seit Kurzem ebenfalls Zeitreihen seit 1930 vor [10]. In der Schweiz läuft derzeit ein Projekt, um Zeitreihen der effektiven Maschenweite seit 1890 bis heute zu ermitteln. Sie sollen für das schweizerische Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung (MONET) eingesetzt werden [2]. Die Werte der effektiven Maschenweite für alle Bundesländer werden derzeit an der Universität Stuttgart im Rahmen eines Projektes des Bundesamtes für Naturschutz nach einheitlichen Abgrenzungskriterien [11] für die Zerschneidungselemente berechnet [4].

Ausblick

Ein gravierendes Problem besteht darin, dass sich die negativen Folgen der Habitatzerschneidung und -zerstückelung für eine Population meist erst nach Jahrzehnten zeigen, wie es die Arbeit [5] für den Artenreichtum in Feuchtgebieten nachweist. Es ist daher mit erheblichen Zeitverzögerungen zwischen dem Bau von Straßen und den Auswirkungen zu rechnen, insbesondere sind in den kommenden Jahrzehnten weitere Artenverluste als Folge der bereits durchgeführten Landschaftseingriffe wahrscheinlich.

Als besonders problematisch hat sich der Wettlauf von Gemeinden in der Ausweisung von neuen Wohngebieten und Gewerbegebieten erwiesen, der zu einer unnötig hohen und ineffizienten Flächeninanspruchnahme führt. Daher ist eine Veränderung der Rahmenbedingungen auf übergeordneter Maßstabsebene geboten, um diese Fehlentwicklung nicht weiter fortzusetzen.

Um die Datengrundlage zu verbessern, die angestrebte „Trendwende im Landverbrauch“ einzuleiten und europaweite Zielvereinbarungen zu entwickeln, ist eine Ausweitung der Erhebung auf andere EU-Länder nach der gleichen Methode empfehlenswert. Derzeit verbreitert sich die Kluft zwischen politischen Absichtserklärungen und der realen Entwicklung immer weiter. Eine Änderung dieses negativen Trends erfordert Änderungen in der Verkehrspolitik und in der Siedlungspolitik. Nicht zuletzt ist der unvermeidbare Bevölkerungsrückgang in Deutschland in den nächsten 30 Jahren ein wichtiges Argument dafür, dass der Bedarf nach Siedlungs- und Verkehrsflächen in absehbarer Zeit sinken wird und sich weiterer Landschaftsverbrauch damit nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch mittelfristig als falsch erweisen wird. Eine Trendwende ist dringend erforderlich.

Dr. Jochen Jaeger arbeitet am Departement für Umweltwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich, Schweiz, in der Professur für Natur- und Landschaftsschutz. Weitere Informationen zum Thema Landschaftszerschneidung sind unter <http://www.landschaftszerschneidung.de> zu finden.

Literatur

- [1] BMI (Bundesminister des Innern; Hrsg.) (1985): *Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung*. Bundestags-Drucksache 10/2977 vom 7. März 1985. Kohlhammer, Stuttgart.
- [2] BFS/BUWAL/ARE (2003): *Monitoring der nachhaltigen Entwicklung MONET. Schlussbericht – Methoden und Resultate*. Bundesamt für Statistik (BFS), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Neuchâtel.
- [3] ESSWEIN, H., SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2005): *Weiterführende Analysen zur Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg*. Projekt im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Unveröff. Abschlussbericht.
- [4] ESSWEIN, H., HERBERT, M., SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2006, *in Vorb.*): Effektive Maschenweite und Unzerschnittene Verkehrsarme Räume über 100 km² als Umweltindikatoren für die BRD: GIS-Einsatz und vergleichende Analyse (*vorläufiger Titel*). *In Vorbereitung* für den AGIT-Tagungsband 2006.
- [5] FINDLAY, C.S., BOURDAGES, J. (2000): Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. – *Conservation Biology* **14**(1): 86-94.
- [6] JAEGER, J.A.G. (2000): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. – *Landscape Ecology* **15**(2): 115-130.
- [7] JAEGER, J., HOLDEREGGER, R. (2005): Schwellenwerte der Landschaftszerschneidung. – *GAIA* **14**(2): 113-118 (Online: <http://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia>)
- [8] JAEGER, J., ESSWEIN, H., SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. 2006: Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg: Fortschreibung zeigt weitere starke Zunahme der Zerschneidung an. In: *Zerschnitten, zerstückelt – oder vernetzt? Landschaftszerschneidung contra Lebensraumverbund*. Bad Boll Skripte 3/2006, ISSN 1860-0859 (Tagungsband zum Forum Naturschutz am 22.10.2005 im Haus der Wirtschaft in Stuttgart), S. 17-48. Der Tagungsband ist im Internet abrufbar (und bestellbar) unter <http://www.ev-akademie-boll.de/>
- [9] PENN-BRESSEL, G. (2005): Begrenzung der Landschaftszerschneidung bei der Planung von Verkehrswegen. *GAIA* **14**(2): 130-134. (Online: <http://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia>)
- [10] ROEDENBECK, I.A., ESSWEIN, H., KÖHLER, W. (2005): Landschaftszerschneidung in Hessen. Entwicklung, Vergleich zu Baden-Württemberg und Trendanalyse als Grundlage für einlandesweites Monitoring. *Naturschutz und Landschaftsplanung* **37**(10): 293-300, mit Kartenbeilage.
- [11] SCHUPP, D. (2005): Umweltindikator Landschaftszerschneidung. Ein zentrales Element zur Verknüpfung von Wissenschaft und Politik. *GAIA* **14**(2): 101-106. (Online: <http://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia>)