

# Gefährdungsanalyse der anthropogenen Landschaftszerschneidung

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Jaeger, Jochen

**Publication date:**

1999

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-003887983>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Diss. ETH Nr. 13 503

**Gefährdungsanalyse der  
anthropogenen Landschaftszerschneidung**

Abhandlung  
zur Erlangung des Titels  
Doktor der Naturwissenschaften  
der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von  
JOCHEN JAEGER  
Dipl. Phys. ETH  
geboren am 7. April 1966  
in Eutin (Deutschland)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. U. Müller-Herold, Referent  
Prof. Dr. K.C. Ewald, Korreferent  
Prof. Dr. O. Renn, Korreferent

1999

## Zusammenfassung

Die ökologische Forschung hat in den letzten zwanzig Jahren eine große Zahl von Auswirkungen der Landschaftszerschneidung wissenschaftlich belegt. Betroffen sind insbesondere Tierpopulationen, so daß die Zerschneidung von Landschaften heute als eine der wichtigsten Ursachen des Artenverlustes gilt. Daß sich die besorgniserregenden Trends in der Ausdehnung der Siedlungs- und Verkehrsflächen trotz der Erkenntniszuwächse und der politischen Willenserklärungen für eine Trendumkehr ungebrochen fortgesetzt haben und weiter fortsetzen, signalisiert dringenden Handlungsbedarf.

Bei der Problemstellung der Landschaftszerschneidung besteht eine enge Verzahnung von naturwissenschaftlichen Sachverhalten, gesellschaftlicher Wahrnehmung, ökonomisch motivierten Nutzungsinteressen und ethischen Postulaten. Diese Problemzusammenhänge führen auf die transdisziplinäre Fragestellung: *Wie lassen sich strukturelle Landschaftsveränderungen auf ihre Verträglichkeit mit ethischen Prinzipien und mit den Wertvorstellungen der von den Folgen betroffenen Menschen hin bewerten? Unter welchen Bedingungen lassen sie sich verantworten?*

Die Arbeit ist in drei Teile gegliedert, in denen sehr verschiedene Methoden aus unterschiedlichen Disziplinen eingesetzt werden: Die Methoden im Teil I (Übertragung des Konzeptes der Umweltgefährdung aus der Umweltchemie) sind argumentativ konzeptuell, in Teil II (Entwicklung von Zerschneidungsmaßen) naturwissenschaftlich und in Teil III (Durchführung von Interviews und inhaltsanalytische Auswertung) sozialwissenschaftlich. Die Ergebnisse aus den drei Teilen werden über die folgenden fünf Leitfragen miteinander integriert:

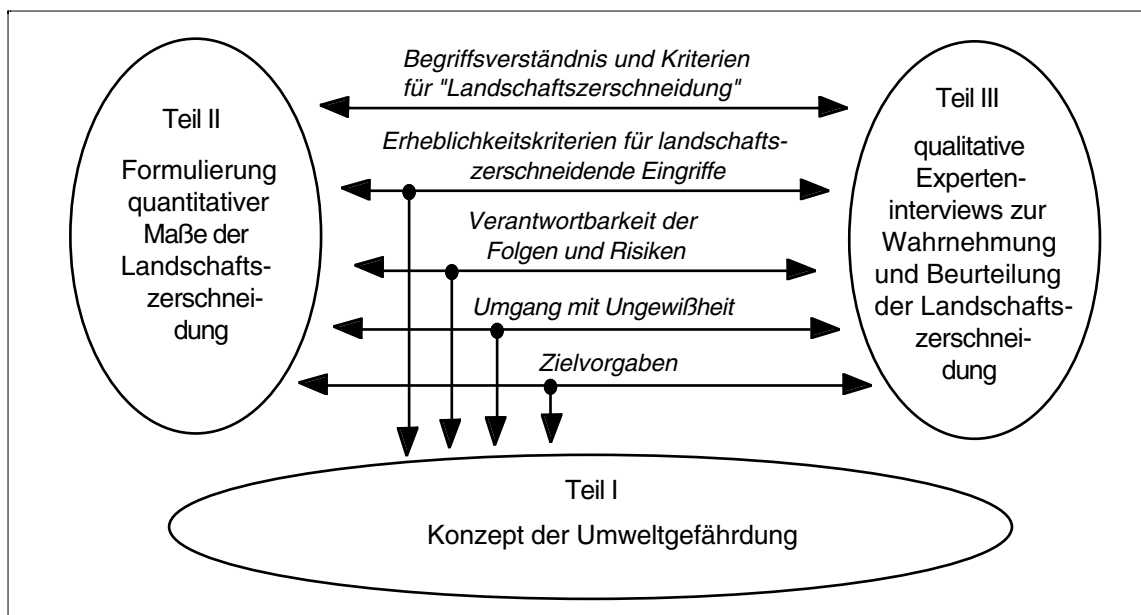
- *Begriffsverständnis*: Worin besteht "Landschaftszerschneidung", und auf welche Weise kann das Ausmaß der Zerschneidung beschrieben werden?
- *Erheblichkeitskriterien*: Wie kann die Erheblichkeit von landschaftszerschneidenden Eingriffen und von verschiedenen Zerschneidungsmustern beurteilt werden?
- *Verantwortbarkeit*: Welche Bedingungen müssen dafür erfüllt sein, daß landschaftszerschneidende Eingriffe und ihre Folgen verantwortbar sein können?
- *Umgang mit Ungewißheit*: Welche Konsequenzen für das Bewertungskonzept sind aus der Überkomplexität der landschaftlichen Wirkungszusammenhänge und den Prognose-schwierigkeiten zu ziehen?
- *Zielvorgaben*: Wie lassen sich überprüfbare Entwicklungsziele für die Landschaftszerschneidung formulieren und operationalisieren?

Jeder der drei Teile liefert einen spezifischen Beitrag zur Beantwortung dieser Leitfragen. Teil I gibt eine Übersicht über die Folgen der Landschaftszerschneidung, legt die Struktur der Bewertungsaufgabe dar und formuliert das Konzept der Umweltgefährdung. Anschließend wird das begriffliche Instrumentarium zur Beschreibung der Zerschneidung bzw. Fragmentierung der Landschaft vorgestellt (Perforation, Inzision, Durchschneidung, etc.).

Teil II stellt die bestehenden Ansätze zur quantitativen Erfassung der Landschaftszerschneidung vor und schlägt die neuen Zerschneidungsmaße *Zerteilungsgrad D*, *Zerstückelungsindex S* und *effektive Maschenweite  $m_{\text{eff}}$*  vor. Sämtliche Zerschneidungsmaße werden anhand von neun Eignungskriterien systematisch miteinander verglichen. Die neuen Maße werden auf zwei Untersuchungsgebiete angewendet ("Kreuzung Schweizer Mittelland" und "Strohgäu"/Baden-Württemberg). Die Ergebnisse zeigen vergleichend die Entwicklung der Landschaftszerschneidung in den beiden Gebieten während der letzten hundert Jahre.

Teil III untersucht die Wahrnehmungs- und Bewertungsmuster von Akteuren aus der Praxis, die an Abwägungen über landschaftszerschneidende Eingriffe und deren Vorbereitung beteiligt sind. Hierzu werden qualitative Interviews mit Expertinnen und Experten aus den drei Bereichen Verkehrsplanung, Naturschutz und Landschaftsplanung durchgeführt. Die Interviewergebnisse führen zu einer Beschreibung der Eingriffsabwägung, die sich auf die Sichtweisen der Befragten gründet. *Diese* Realität der bestehenden Sichtweisen ist die Grundlage für die Entscheidungsfindung durch die beteiligten Akteure und damit ausschlaggebend für die weitere Entwicklung der Landschaft – nicht eine "objektive" Realität des Landschaftswandels, welche Unbeteiligte von außen wahrnehmen würden.

Die Ergebnisse führen auf die Struktur eines "Zerschneidungszirkels", welche auf die Zunahme der Landschaftszerschneidung durch die Abkoppelung von nicht-handhabbaren Unsicherheiten aus dem Entscheidungsverfahren stabilisierend wirkt. Aufgrund dieses Prozesses, der sich als *Immunisierung* beschreiben läßt, haben schwer prognostizierbare Folgen der Eingriffe auf die Nahrungsnetze oder die genetischen Austauschbeziehungen sowie Summenwirkungen keinen hemmenden Einfluß auf das Fortschreiten der Landschaftszerschneidung. Um die Bewertung von Landschaftseingriffen angesichts der Überkomplexität von Ökosystemen und den daraus resultierenden "Tantalusproblemen" vorzuverlagern innerhalb der Kausalkette in Richtung des Eingriffs, eignet sich das Konzept der Umweltgefährdung (Scheringer et al. 1994). Das Gefährdungskonzept führt zu einem neuen Ansatz, in welchem die bestehenden Unsicherheiten entscheidungsrelevant werden und gegenüber der Fortsetzung des "Zerschneidungszirkels" an Einfluß gewinnen können. Entsprechende Bewertungskriterien finden bei den Befragten große Zustimmung. Die praktische Relevanz der neuen Zerschneidungsmaße  $D$ ,  $S$  und  $m_{\text{eff}}$  liegt insbesondere in ihrem Einsatz in der Plan-UVP und in der Aufstellung von Landschaftsleitbildern. Angesichts der Ergebnisse erscheint die Formulierung regionsspezifischer Richt- oder Grenzwerte als eine sinnvolle und in methodischer Hinsicht mittelfristig realisierbare Maßnahme.



Zerlegung der Problemstellung in drei Teilbereiche, welche über die fünf Leitfragen miteinander verbunden werden.

## Summary

During the last 20 years, ecological research on landscape fragmentation due to traffic lines and settlement areas has revealed a huge number of effects, in particular on animal populations. Today, it is seen as a major reason for the extinction of species in many industrialized regions of Central Europe. Since 1985, several political declarations have demanded a turnaround in the progressive spoliation of the country-side. The trend of an increasing landscape fragmentation, however, has continued the same as before which calls for more efficient measures. The issue of landscape fragmentation includes ecological processes, perceptions of the effects in the society, economic land-use interests, and ethical principles. The interconnections induce the formulation of the transdisciplinary research question of this study: *"How can structural landscape alterations be evaluated in respect of ethical principles and in respect of the values of the persons concerned by the effects or involved in the decision-making process? On which conditions can they be answered for?"*

This thesis is structured in three parts the results of which are integrated by use of five guiding questions:

- What is "landscape fragmentation", and by which criteria and metrics can the degree of fragmentation be described?
- By which criteria can the impact of fragmenting intrusions and of different fragmenting patterns be assessed?
- Which conditions have to be met so that fragmenting intrusions and their effects can be answered for?
- Which consequences do the overcomplexity of ecological interactions and the difficulties in predicting ecological effects have in regard of the evaluation concept?
- How can verifiable aims for the future dimension of landscape fragmentation be developed and achieved?

Methods from different disciplines are applied: The methods of part I (transfer of the concept of environmental threat from environmental chemistry) are conceptual und reasoning, those of part II (construction of fragmentation metrics) are due to the natural sciences, and those of part III (expert interviews and contents-analytical evaluation) due to the social sciences.

Part I presents an overview of the effects of landscape fragmentation, details the *concept of environmental threat*, and introduces the notions for describing the phases of landscape fragmentation (perforation, incision, dissection, etc.).

Part II discusses the existing quantitative measures of landscape fragmentation and introduces the new measures *landscape division D*, *splitting index S*, and *effective mesh size  $m_{\text{eff}}$* . The measures are compared systematically by means of nine suitability criteria. The new measures are applied to two regions of investigation in Switzerland and in Germany.

Part III investigates the patterns of perception and valuation held by the participants of the decision-making process by means of qualitative interviews with experts from traffic planning, nature protection, and landscape planning. The results lead to a picture of the decision-making process. It is the reality of the participants' perspectives that determines the decisions on future landscape intrusions—not an "objective" reality that would be revealed by a detached observer.

The resulting picture is a "circle of immunization" which stabilizes the process of increasing landscape fragmentation by leaving uncertainties that cannot be handled routinely in the environmental compatibility studies—such as effects on genetic exchange or cumulative

effects—out of consideration. Therefore, these uncertainties do not retard the process of landscape fragmentation. In addition, there is no commitment for subsequently discovered ecological damages such as the loss of a species as an effect of a road construction.

As a consequence of ecological *overcomplexity* and the resulting "*Tantalus problems*", the concept of environmental threat proposes to refer to appropriate characteristics of the intrusions themselves—such as *persistence* and *spatial range* of environmental chemicals—instead of more or less unknown effects. The interviewees recommend corresponding criteria for assessing landscape intrusions—geometric-structural ones as well as functional ones such as the *degree of landscape fragmentation* and the *reduction of landscape connectivity*. The new quantitative measures  $D$ ,  $S$ , and  $m_{\text{eff}}$  can be put into practice for balancing new landscape-dissecting intrusions and removal of dissecting lines in regard of the degree of landscape fragmentation—particularly in environmental compatibility studies on the level of regional planning and in the provision of landscape objectives.