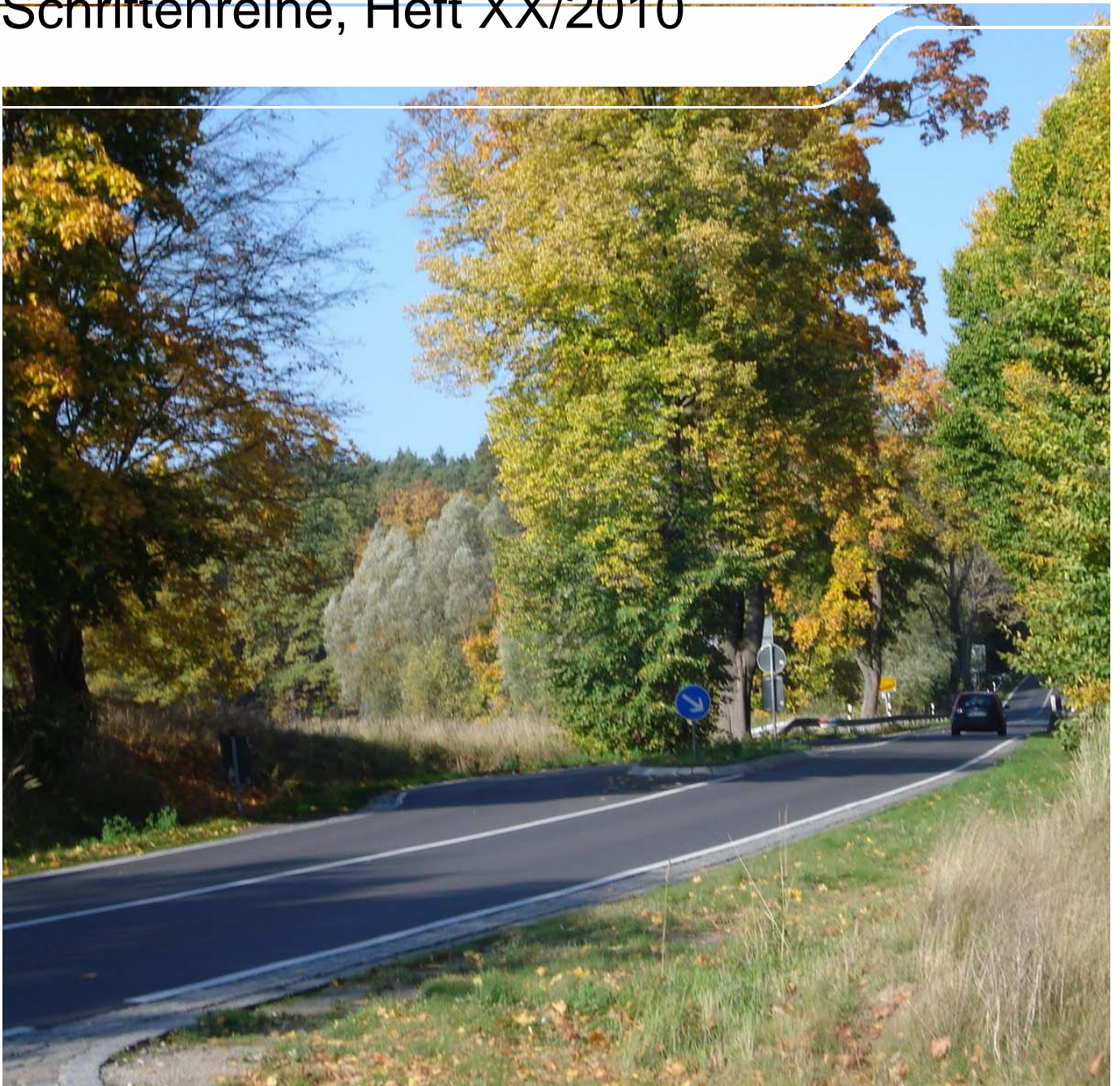


Analyse der Landschaftszerschneidung in Sachsen

Schriftenreihe, Heft XX/2010



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	6
1.1	Was ist Landschaftszerschneidung?.....	6
1.2	Auswirkungen der Landschaftszerschneidung.....	7
1.2.1	Auswirkungen auf die Tierarten	7
1.2.2	Auswirkung der Landschaftszerschneidung auf Landschaftsbild und Erholungsfunktion	10
1.3	Gesetzliche Grundlagen zum Schutz unzerschnittener verkehrsarmer Räume	10
1.4	Quantifizierung der Landschaftszerschneidung	11
1.4.1	Phasen der Landschaftszerschneidung	11
1.4.2	Elementare Kennzahlen und Landschaftsstrukturmaße zur Ermittlung der Landschaftszerschneidung.....	12
1.4.3	Berechnung der Landschaftszerschneidung nach LIKI-/ UMK Indikator Nr. 10	13
1.4.4	Korridore und Puffer in der Zerschneidungsgeometrie	16
1.4.5	Das Problem der grenzüberschreitenden Betrachtung der Landschaftszerschneidung.....	17
1.4.6	Landschaftszerschneidung als Indikator? – Eine Debatte.	17
2	Die Ermittlung der Landschaftszerschneidung Sachsen mit dem LIKI-/ UMK Indikator Nr. 10	19
2.1	Festlegungen, Datengrundlage und -aufbereitung zur Berechnung der Landschaftszerschneidung Sachsens	19
2.1.1	Datengrundlage: Problemlage bei Straßennetzen und Verkehrsdaten	20
2.1.2	Kurze Darstellung der technischen Vorgehensweise und der notwendigen Korrekturen	21
3	Ergebnisse zur Landschaftszerschneidung in Sachsen	23
3.1	Berechnungsergebnisse für den Gesamttraum.....	23
3.1.1	Ergebnisse für die ATKIS-Zeitschnitte 1999, 2004, 2007	29
3.1.2	Ergebnisse für die Berechnung nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10	29
3.2	Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit älteren Berechnungen.....	31
3.2.1	Landesentwicklungsplan 2003.....	31
3.2.2	Bundesamt für Naturschutz 2000.....	32
3.2.3	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) 2000.....	33
3.2.4	Ergebnisse unter Berücksichtigung von Lärmkorridoren.....	34
3.3	Effektive Maschenweite (m_{eff}) für Planungsräume und Landkreise	34
3.3.1	Effektive Maschenweite (m_{eff}) für die 30 Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm	34
3.3.2	Effektive Maschenweite (m_{eff}) für die 13 Landkreise Sachsens	39
3.4	Schutzstatus und Landnutzung in den UZVR > 40 km ²	41
3.4.1	Zum Schutzstatus der UZVR > 40 km ²	42
3.4.2	Zur Landnutzung der UZVR > 40 km ²	44
3.5	Verwendung der Ergebnisse der Landschaftszerschneidung für die Raumordnung (UZVR und m_{eff})	46
4	Zusammenfassung und Ausblick.....	47
4.1	Technisch	47
4.2	Fachlich	48
4.3	Ausblick	48
	Literaturquellen.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Allgemeine ökologische Effekte von Infrastruktur, aus: SEILER (2001, S. 8, modified after VAN DER ZANDE ET AL. 1980)	7
Abbildung 2:	Theoretischer Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte und Barriereeffekt einer Straße aus: SEILER (2001, S. 24, zit. nach MÜLLER UND BERTHOUD 1995)	8
Abbildung 3:	Disturbance effects spreading from a road, aus: SEILER (2001, S. 11, redrawn after FORMAN ET AL. 1997).....	9
Abbildung 4:	Phasen der Landschaftszerschneidung, aus: ESSWEIN (2007, zit. nach FORMAN 1995, S. 407)	11
Abbildung 5:	Formel zur Berechnung der m_{eff} , aus: JAEGER, ESSWEIN UND KRANZ (2004, S. 6)	14

Abbildung 6:	Ausschnitt aus der Lärmkartierung. Links vor und rechts nach dem Befehl Dissolve.	21
Abbildung 7:	Bereinigung PTV-Straßennetz: Screenshot ArcGIS mit Einspeisungsstellen (türkis).....	22
Abbildung 8:	Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTV-Werten (1999).....	24
Abbildung 9:	Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTV-Werten (2004).....	25
Abbildung 10:	Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTV-Werten (2007).....	26
Abbildung 11:	Landschaftszerschneidung Sachsens nach LIKI/UMK Indikator Nr. 10 (2004), Berücksichtigung von DTV-Werten.....	27
Abbildung 12:	Landschaftszerschneidung Sachsens unter Berücksichtigung von 45 db(A)-Lärmkorridoren.....	28
Abbildung 13:	Darstellung der UZVR > 40 km ² (schraffiert), die bei Beachtung der DTV-Werte in der Zerschneidungsgeometrie hinzukommen. Es gehen nur Straßen mit DTV > 1000 KfZ ein.	30
Abbildung 14:	USR im LEP 2003 (LfUG 2001, verändert)	32
Abbildung 15:	Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen, Quelle: BfN 2006.....	33
Abbildung 16:	Unzerschnittene Freiräume nach Berechnungen des IÖR, grenzüberschreitende Betrachtung bis zur Kategorie der Kreisstraßen ohne Einbezug von DTV, Quelle: http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_uzf/uzf_2000.html [2008]	34
Abbildung 17:	Übersicht über die Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm in Sachsen.....	35
Abbildung 18:	Darstellung der effektiven Maschenweite und der UZVR > 100 km ² sowie der Nationalparks/Schutzgebiete für die Planungsräume Sachsens (Zerschneidungsgeometrie nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10, Berücksichtigung von DTV-Werten)	37
Abbildung 19:	Vergleich der effektiven Maschenweite (km ²) nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 mit jener auf Basis von ATKIS 2004 ohne DTV (für die Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramms).....	38
Abbildung 20:	Entwicklung der effektiven Maschenweite von 1999 zu 2004 in Abhängigkeit vom Ausgangswert 1999 in den Planungsräumen des Fachbeitrages für das Landschaftsprogramm	39
Abbildung 21:	Darstellung der effektiven Maschenweite und der UZVR > 100 km ² sowie der Nationalparks/ Schutzgebiete für die Landkreise Sachsens (Zerschneidungsgeometrie berücksichtigt die DTV-Werte nach LIKI/UMK, Teilraummethode: Ausschneideverfahren).....	40
Abbildung 22:	Entwicklung der effektiven Maschenweite von 1999 zu 2004 in Abhängigkeit vom Ausgangswert 1999 in den Landkreisen und kreisfreien Städten	41
Abbildung 23:	Gegenüberstellung der inneren Ausstattung zweier UZVR der Größe ~ 50 km ²	42
Abbildung 24:	Unabhängigkeit von UZVR-Größe und Anteil enthaltener Schutzgebiete	44
Abbildung 25:	UZVR als Grundsätze und Ziele der Raumordnung.....	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Entwicklung der Flächennutzung in Sachsen, Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen.....	5
Tabelle 2:	Straßentyp und Auswirkungen auf Wildtiere, nach MÜLLER UND BERTHOUD 1995.....	8
Tabelle 3:	Reaktionen der Zerschneidungsmaße auf die sechs Phasen der Fragmentierung, aus: JAEGER (2001a, S. 54) 12	
Tabelle 4:	Gegenüberstellung UZVR > 100km ² und m _{eff} , nach ESSWEIN ET AL. (2003, S. 57f) sowie PERNKOPF UND LANG (2007).....	15
Tabelle 5:	Überblick über Zerschneidungsgeometrien und Datenquellen.....	20
Tabelle 6:	Berechnungsergebnisse Landschaftszerschneidung Sachsens	23
Tabelle 7:	Effektive Maschenweite in den Planungsräumen des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm	35
Tabelle 8:	Effektive Maschenweite (km ²) in den kreisfreien Städten und Landkreisen	40
Tabelle 9:	Flächenanteile von Schutzgebietskategorien in UZVR > 40 km ² und in Sachsen.....	43
Tabelle 10:	Anteil der Fläche von Schutzgebietskategorien innerhalb von UZVR > 40 km ² an der Gesamtfläche der Schutzgebietskategorie in Sachsen.....	43

<i>Tabelle 11:</i>	<i>Flächenanteile von Landnutzungs- und Biotoptypen (BTLNK 2005) sowie Biotopen der Selektiven Biotopkartierung in UZVR > 40 km² und in Sachsen.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 12:</i>	<i>Anteil der Fläche von Landnutzungs- und Biotoptypen (BTLNK 2005) sowie Biotopen der Selektiven Biotopkartierung innerhalb von UZVR > 40 km² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 13:</i>	<i>Flächenanteile von Truppenübungsplätzen (ATKIS) und Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlebergbaus (LfULG) in UZVR > 40 km² und in Sachsen</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 14:</i>	<i>Anteil der Fläche von Truppenübungsplätzen (ATKIS) und Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlebergbaus (LfULG) innerhalb von UZVR > 40 km² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen</i>	<i>46</i>

Abkürzungsverzeichnis

ATKIS.....	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
DLM.....	Digitales Landschaftsmodell
DTV.....	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
LDEN.....	Lärm 24 Stundenmittel (day, evening, night)
LEP.....	Landesentwicklungsplan Sachsen
LfULG.....	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LIKI.....	Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kernindikatorenansatz
LISt.....	Gesellschaft für Verkehrswesen und ingenieurtechnische Dienstleistungen mbH
m _{eff}	effektive Maschenweite
PTV.....	Planung Transport Verkehr AG Dresden
SMWA.....	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
UMK.....	Umweltministerkonferenz
UZVR.....	Unzerschnittene verkehrsarme Räume
VBUS.....	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
VIS.....	Verkehr in Sachsen
ZG.....	Zerschneidungsgeometrie

Einleitung zur Thematik der Landschaftszerschneidung

Verkehrsarme Räume stellen eine knappe Ressource dar. Sind sie einmal zerstört, können sie nur schwer wieder hergestellt werden.

Die noch vorhandenen verkehrsarmen Räume sind durch die immer weitergreifende Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie durch den stetig zunehmenden Verkehr gefährdet.

Siedlungs- und Verkehrsflächen stellen für viele Tierarten Barrieren dar, die schwer oder selten überquert werden. Infolgedessen werden Lebensräume zerschnitten, Ausbreitungswege unterbrochen, Kollisions- und Mortalitätsraten steigen. Auch für den Menschen bringen Siedlungs- und Verkehrsflächenzunahme und vor allem das wachsende Verkehrsaufkommen nicht unerhebliche Konsequenzen mit sich. Bereits jetzt ist die Erholungsfunktion vieler Gebiete durch Lärm und andere Emissionen beeinträchtigt.

Die Verkehrsfläche nahm im Freistaat Sachsen von 2000 bis 2007 um 3801 ha zu. Ihr Anteil an der Landesfläche stieg um 0,2 %. Die Gebäude- und Freifläche nahm in diesem Zeitraum um 5125 ha zu. Ihr Anteil an der Landesfläche stieg somit ebenfalls um 0,2 % (Tabelle 1). Werden neben Verkehrsflächen und Gebäude- und Freiflächen auch noch alle weiteren Formen von Bodenversiegelung betrachtet, so nimmt in Sachsen die versiegelte Fläche täglich um 4,5 ha (rund sechs Fußballfelder¹) zu.

Tabelle 1: Entwicklung der Flächennutzung in Sachsen, Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen

Jahr	Gesamtfläche Sachsens [ha]	Verkehrsflächen Sachsen [ha]	Prozentualer Anteil an der Landesfläche [%]	Gebäude und Freifläche [ha]	Prozentualer Anteil an der Landesfläche [%]
2000	1 841 294	71 294	3,9	119 123	6,5
2004	1 841 482	73 596	4,0	121 687	6,6
2006	1 841 716	74 254	4,0	122 820	6,7
2007	1 841 809	75 095	4,1	124 248	6,7

Soll dieser voranschreitenden Flächeninanspruchnahme und somit der Landschaftszerschneidung Einhalt geboten werden, muss das Problem in Raumordnung, Verkehrsplanung und Politik berücksichtigt werden. Dazu werden Indikatoren, wie die „effektive Maschenweite“ und „unzerschnittene verkehrsarme Räume“ benötigt. Sie helfen strategische und quantifizierbare Ziele für die Begrenzung der Zerschneidung von Landschaften zu formulieren. Die Erfassung, die Verortung und die Quantifizierung von Flächeninanspruchnahme und Landschaftszerschneidung ermöglicht Aussagen zu Umweltbelastungen, zu Randbedingungen von Habitaten und zu Artenbefindlichkeiten eines Gebiets. Die Entwicklung der Landschaftszerschneidung kann in der Zusammenschau mit weiteren Kriterien, wie der Lage von Schutzgebieten und Biotopen, eine Rolle bei der Beurteilung der Raumentwicklung übernehmen.

Dieser Bericht erläutert die notwendigen Grundlagen und Arbeitsschritte zur Erfassung der Landschaftszerschneidung in Sachsen und stellt die Ergebnisse in kartographischer sowie statistischer Form dar. Die Bearbeitung zielt auf eine Orientierung am Indikator „Landschaftszerschneidung“ in der Form, wie er durch die Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) bzw. durch die Umweltministerkonferenz (UMK) definiert wird – im Folgenden wird dieser Indikator als LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 bezeichnet.

¹ <http://www.statistik.sachsen.de/12/pressearchiv/archiv2007/pm13007.htm>

1 Einführung

1.1 Was ist Landschaftszerschneidung?

Landschaftszerschneidung wird unterschiedlich definiert. Eine kurze und eingehende Definition liefern ESSWEIN UND SCHWARZ-VON RAUMER (2004a): „Landschaftszerschneidung bezeichnet ein Zerreißen von räumlichen Zusammenhängen, mit der Folge von Habitattrennung, Eingriffen in das Lokalklima, Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und Veränderungen des Landschaftsbildes.“ [http://schwaebischer-heimatbund.de/images/referat_esswein.pdf]

Die Landschaftszerschneidung umfasst die Unterbrechung von Strukturen *und* von ökologischen Funktionen (vgl. GRAU 1997 sowie HABER 1993, S. 62). Infolgedessen können Kriterien zur Erfassung der Landschaftszerschneidung einerseits einen geometrisch-strukturellen und andererseits einen funktionalen Zugang verfolgen (ESSWEIN ET AL. 2002).

■ Zu den geometrisch-strukturellen Erfassungskriterien zählen:

- Länge von Barrieren
- Technische Durchdringung (Durchdringung der Landschaft mit künstlichen Elementen)
- Größe zerteilter Flächen / Restflächen bzw. Patches (UZVR)
- Veränderungen der Struktur der Landschaft (Form, Umfang von Landschaftselementen etc.)

■ Zu den funktionalen Erfassungskriterien zählen:

- Habitatqualität
- Unterschreitung von Minimalarealen
- Überlebenswahrscheinlichkeit von Metapopulationen und z. T. von Populationen

■ Eine Kombination struktureller und funktionaler Aspekte bergen die folgenden Größen in sich:

- Zerschneidungsgrad (m_{eff})
- Veränderungen der Lageverhältnisse von Lebensräumen zueinander
- Auswirkung auf die Erreichbarkeit (vgl. JAEGER 2001a, S. 84)

Als **Zerschneidungsgeometrie** wird die Gesamtheit aller Zerschneidungselemente eines Untersuchungsraumes bezeichnet. Die Zerschneidung kann durch **natürliche** (*geogene*) und durch **anthropogene** Zerschneidungselemente linearer und flächiger Form hervorgerufen werden. Die anthropogene Landschaftszerschneidung wird in erster Linie durch das Straßen-, Bahn- und Siedlungsnetz verursacht und steht in unmittelbarem Zusammenhang zum Flächenverbrauch. Zu den natürlichen Zerschneidungselementen zählen Flussläufe und morphologische Hindernisse (steile Hangkanten, Wasserfälle, Küstenlinien) etc. Inwieweit geogene Elemente eine Barriere darstellen, hängt von der Tier- und Pflanzenart ab. Beispielsweise können Fließgewässer für gewisse Säugetiere eine Grenze darstellen, während andere Arten, wie Fischotter auf selbige sogar angewiesen sind. Die natürliche Zerschneidung soll im Weiteren kein Gegenstand der Betrachtung sein. Der Fokus liegt auf der anthropogenen Zerschneidung.

Landschaftszerschneidung ist ein transdisziplinär zu bearbeitendes Problem, da es ökologische, ökonomische, landschaftsästhetische und ethische Aspekte miteinander verbindet [<http://www.fragmentation.de/Deutsch/deutsch.html>]. Maße zur Quantifizierung der Landschaftszerschneidung können demzufolge als Nachhaltigkeitsindikatoren fungieren (z. B. beim Umweltbundesamt: Umwelt-Kernindikatorsystem sowie Statusbericht „Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg“, RENN ET AL. 2000).

Der Begriff **Fragmentierung** wird oft synonym zum Begriff Landschaftszerschneidung verwendet (vgl. JAEGER 2001a). JAEGER (2002, S. 49) definiert Fragmentierung als „Ergebnis der mosaikartig fortschreitenden Umwandlung einzelner Flächen zu intensiver Nutzung und Verbindung dieser Flächen durch lineare Infrastrukturanlagen“. Der Begriff Fragmentierung kann sich einerseits auf den Prozess der Zerschneidung und andererseits auf die Wirkung von Zerschneidung beziehen. Teilweise bezeichnet Landschaftsfragmentierung nur die Zerschneidungswirkung (vgl. BAIER ET AL. 2006) und der Begriff Landschaftszerschneidung wird für den Zerschneidungsprozess an sich verwendet (vgl. CLAUSING 2006).

In der vorliegenden Dokumentation soll der Fokus auf dem Begriff „Landschaftszerschneidung“ liegen. Er wird synonym zum Begriff Fragmentierung verwendet, wobei er sowohl für den Prozess des Zerschneidens („Zerreißens“) durch anthropogene Elemente als auch für die entsprechenden Auswirkungen stehen soll.

1.2 Auswirkungen der Landschaftszerschneidung

1.2.1 Auswirkungen auf die Tierarten

Die Landschaftszerschneidung hat eine unmittelbare Wirkung auf den Flächenverbrauch. Von Zerschneidungselementen, vor allem von Straßen und Siedlungen gehen darüber hinaus Lärm-, Licht und stoffliche Immissionen aus, die verschiedene Reichweiten besitzen. Zerschneidungselemente beeinflussen zudem auch das Kleinklima und im gewissen Umfang den Wasserhaushalt.

Die erheblichste Zerschneidungswirkung geht für viele Tierarten (Säugetiere, Amphibien) von stark befahrenen Straßen aus. Dabei ist vor allem das unmittelbare Risiko der Kollision zu nennen, welches zu einer Erhöhung der Mortalitätsrate führt. Je engermaschiger und hoch frequentierter das Siedlungs- und Verkehrsnetz ist, umso größer sind die Auswirkungen auf die Arten. Dabei kann selbst eine Inzision in bislang ungestörter Räume weitreichende Folgen haben, da sich das Verhältnis von Rand- zu Kernzone ungünstig verschiebt. Weitere wesentliche Auswirkungen sind neben dem Kollisionsrisiko für zahlreiche Tierarten die Habitatflächenzerteilung, -verkleinerung und der Habitatflächenverlust. Mittelbare Wirkungen werden auch durch Licht-, Lärm- und Schadstoffemissionen hervorgerufen, die ein Meidungsverhalten bei den Tieren auslösen können (vgl. Abbildung 1). Die Barrierewirkung von Zerschneidungselementen kann die Isolation einer Population bewirken. Diese Isolation kann zur Verringerung der Metapopulationsdynamik führen, zur Verringerung der Resilienz und letztendlich bis hin zum Artensterben. Auch die Möglichkeiten zur Wiederbesiedlung bestimmter Landschaftsausschnitte werden verringert (DI GIULIO ET AL. 2007). Vor allem wild lebende mobile Arten mit großen Raumansprüchen werden zurückgedrängt. Besonders negativ zu werten sind vor allem Unterbrechungen von (über-)regionalen Wander- und Ausbreitungskorridoren.

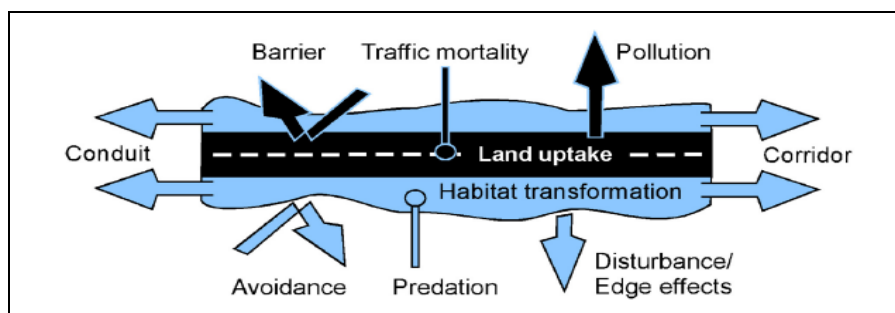


Abbildung 1: Allgemeine ökologische Effekte von Infrastruktur, aus: SEILER (2001, S. 8, modified after VAN DER ZANDE ET AL. 1980)

Die Stärke, in der eine Art von der Zerschneidungswirkung von Straßen und Siedlungselementen beeinträchtigt wird, hängt von vielen Faktoren ab. Zwei Faktoren sind die Verkehrsdichte und die Fahrzeuggeschwindigkeit. Je höher beide sind, desto höher ist erwartungsgemäß auch das Kollisionsrisiko. Hierbei besteht jedoch kein linearer Zusammenhang, da zugleich auch Emissionen und „abstoßende“ Wirkung der Straßen und somit der Meidungseffekt zunehmen (GRAU 1997). Nach SEILER (2003) ist der Barriereeffekt eine nicht-lineare Funktion der Verkehrsdichte (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Theoretischer Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte und Barriereeffekt einer Straße aus: SEILER (2001, S. 24, zit. nach MÜLLER UND BERTHOUD 1995)

MÜLLER UND BERTHOUD (1995) geben einen interessanten Überblick über die Zusammenhänge von Straßentyp, Verkehrsaufkommen und der Auswirkung auf Wildtiere. Sie gehen bei Straßen ab einer Verkehrsbelegung > 1000 KfZ/Tag von einem nicht mehr proportionalem Verhältnis zwischen der Kollision von Wildtieren und dem Verkehrsaufkommen aus. Ab dieser Verkehrsbelegung nehmen demnach das Meidungsverhalten und die eigentliche Trennungswirkung der Zerschneidungselemente stark zu (vgl. Tabelle 2). Allerdings sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Schwellenwerte von Verkehrsbelegung und die Reaktion der einzelnen Arten in der Fachliteratur äußerst kontrovers diskutiert werden. Es gibt derzeit keine eindeutig anerkannten belastbaren Werte.

Tabelle 2: Straßentyp und Auswirkungen auf Wildtiere, nach MÜLLER UND BERTHOUD 1995

Straßentyp	Auswirkungen auf die Wildtiere
Nebenstrasse mit geringem Verkehrsaufkommen	Bewegungen von Wirbellosen und kleinen Säugern, die offene Flächen nicht gerne überqueren, werden eingeschränkt.
Verbindungsstrasse mit geringem Verkehrsaufkommen (< 1.000 Fahrzeuge/Tag)	Höchste Unfallrate bei allen Wildtieren. Unfälle sind proportional zum Verkehrsaufkommen.
Verbindungsstrasse mit mittlerem Verkehrsaufkommen (1.000–5.000 Fahrzeuge/Tag)	Besondere Wirkung auf Arten, welche die Gefahr teilweise wahrnehmen. Querungsversuche sind nicht mehr proportional zum Verkehrsaufkommen.
Hauptstrasse mit starkem Verkehrsaufkommen (5.000 – 10.000 Fahrzeuge/Tag)	Tiere zeigen starke Angstreaktionen und vermeiden Querungen.
Hauptstrasse mit sehr starkem Verkehr (> 10.000 Fahrzeuge/Tag) und eingezäunte Autobahnen	In der Regel versuchen nur Tiere in Panik zu queren, völlige Barrierenwirkung.

Neben Verkehrsdichte und Fahrzeuggeschwindigkeit hängt die Barrierewirkung von Straßen auch von Straßenart und -breite, von Topographie und Relief, Randvegetation, Seitenstreifen, Wildzäunen, Lärmschutzmaßnahmen, dem Vorhandensein von Querungshilfen sowie der vorherrschenden Windrichtung ab (BAIER UND HOLZ 2001). Wie stark bereits die Windrichtung Einfluss auf die Reichweite von Straßeneffekten nehmen kann verdeutlicht Abbildung 3. Die stärkste Barrierewirkung zeigen eingezäunte Autobahnen (DI GIULIO UND NOBIS 2008).

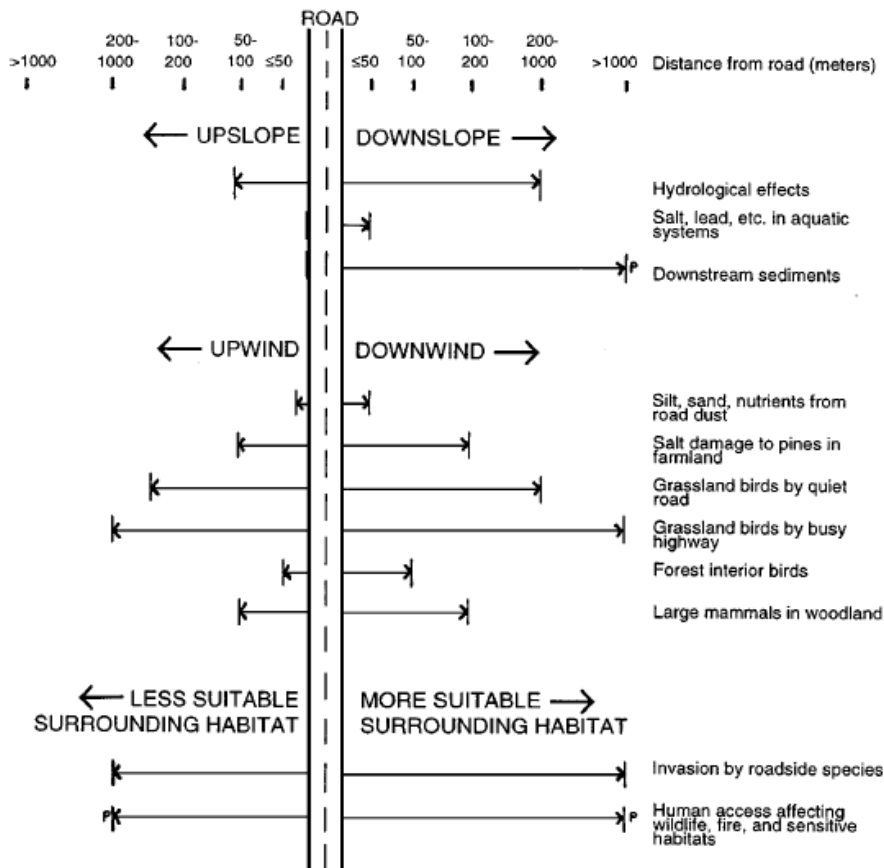


Abbildung 3: Disturbance effects spreading from a road, aus: SEILER (2001, S. 11, redrawn after FORMAN ET AL. 1997)

Bei der Beurteilung der Zerschneidungswirkung von **Bahnstrecken** für die Arten spielen ähnliche Faktoren wie bei den Straßen eine Rolle. Dies sind unter anderem: Gleisanzahl, Ausprägung des Bahnkörpers, Belegungsdichte, Elektrifizierung oder Dieselmotoren, Vorhandensein von Querungshilfen und Böschungsstruktur. Bei **Siedlungsflächen** sind ausschlaggebende Punkte unter anderem: Ausdehnung der Siedlungsfläche, Vorhandensein von Grünflächen, Grünzügen, Gewässerflächen, Bebauungsdichte und Versiegelungsgrad.

Doch nicht nur die Gegebenheiten seitens der Zerschneidungselemente sind ausschlaggebend für den Umfang der Zerschneidungsauswirkungen. Auch die **Arten** selbst reagieren sehr unterschiedlich auf Zerschneidungselemente. Faktoren, wie Größe, Mobilität und Geschwindigkeit sowie natürliches Wanderungsverhalten der Arten spielen dabei eine wesentliche Rolle. Beispielsweise ist die Verkehrsmortalität bei Arten mit saisonalen Wanderungen (wie bei Amphibien) besonders hoch. Bei häufigen Arten wirkt sich die Verkehrsmortalität weniger stark auf die Populationsgröße aus. Manche Arten können sich auch an Verkehrslärm gewöhnen – beispielsweise legen Fledermäuse ihre Quartiere in Autobahnbrücken an (DI GIULIO UND NOBIS 2008). Ortslagen ziehen manche Tiere aufgrund ihrer Klimagunst und des Nahrungsangebotes an (z. B. Marder oder Fuchs) und bieten erleichterte Überlebensbedingungen. Bestimmte Arten, wie Greifvögel (Milan) profitieren entlang von Straßen von der Nahrungsquelle „Aas“ (tot gefahrenen Kleinsäuger). Manche Froscharten und Laubheuschrecken sowie spezifische Pflanzen, wie der Purpure Storchschnabel, nutzen Straßen und Bahnlinien außerdem als Ausbreitungswege (JOHANNSON ET AL. 2005). Durch eine Zuwanderung bestimmter Arten entlang von Zerschneidungselementen kann so zwar die Abnahme der Biodiversität verringert werden, dies basiert jedoch zumeist auf der Zunahme toleranter Arten unter Schwund empfindlicher Arten. Dadurch ändert sich die typische Artenzusammensetzung eines Raumes, (unerwünschte) Neophyten breiten sich aus (DI GIULIO UND NOBIS 2008). Insgesamt überwiegen also die negativen Wirkungen landschaftszerschneidender Elemente für die meisten Arten.

Die Reaktionen auf Zerschneidungselemente sind nicht nur zwischen den Arten unterschiedlich ausgeprägt. Auch **innerartlich** kann die Wirkung in Abhängigkeit von Alter, Erfahrung, Geschlecht und Nahrungsangebot variieren (FRIEDRICH 2004). Eine

direkte Korrelation der Auswirkung von Zerschneidungselementen bzw. der Verkehrsbelegung und der Artenvielfalt in einem Gebiet ist demnach per se nicht möglich.

Soll eine artenspezifische Betrachtung der Zerschneidungswirkung durchgeführt werden, empfiehlt es sich die Daten des Verbändevorhabens „Überwindung von Barrieren“ zu nutzen, die im Internet² zu finden sind.

1.2.2 Auswirkung der Landschaftszerschneidung auf Landschaftsbild und Erholungsfunktion

Die Landschaftszerschneidung wirkt sich auch auf die landschaftsbezogene Erholung aus. Diese ist v. a. durch Straßen höherer Kategorie mit hohen Verkehrswerten sowie Siedlungsstrukturen bzw. Industrie-/Gewerbeansiedlungen und den davon ausgehenden Emissionen betroffen. Naturnahe Räume werden durch Zerschneidung zersplittert, Kernzonen werden verkleinert und verlärm und gehen letztendlich für die Erholung verloren. Doch nicht nur Lärm und Schadstoffemissionen sind störende Folgen von Zerschneidungselementen, auch visuelle Beeinträchtigungen und Bewegungsbeeinträchtigungen sind zu benennen (BAIER 2006). Die Landschaftszerschneidung verändert auch das Landschaftsbild. Die Wirkung eines veränderten Landschaftsbildes kann ambivalent sein. Einerseits wird die Zunahme von anthropogenen Elementen in der Landschaft als negativ betrachtet. „Verstraßung“ und „Vermastung“ sowie „Möblierung der Landschaft“ werden als störend wahrgenommen. Andererseits wird eine kleinteilig strukturierte Landschaft mit kleineren Ortslagen und Straßen als ansprechend und reizvoll wahrgenommen. Eine Beurteilung der durch Zerschneidung hervorgerufenen Auswirkungen auf das Landschaftsbild ist demnach in Abhängigkeit der Zerschneidungselemente und ihrer Einbindung in die Landschaft durchzuführen, wobei auch hier die Verkehrsbelegung und die damit verbundenen Lärmimmissionen eine wesentliche Rolle spielen.

1.3 Gesetzliche Grundlagen zum Schutz unzerschnittener verkehrsarmer Räume

Der fortschreitenden Landschaftszerschneidung wird auf EU-, Bundes- und Länderebene mit entsprechenden Gesetzen und Richtlinien begegnet.

Europäische Ebene

Auf europäischer Ebene ist an erster Stelle *Artikel 3 der Richtlinie 92/43/EWG* des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten zu benennen, der den Aufbau des NATURA 2000-Verbundsystems beinhaltet. *Artikel 10* derselben Richtlinie verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten zur Pflege und Verbesserung der ökologischen Kohärenz wichtiger Landschaftselemente.

Bundesebene

Auf Bundesebene findet die Problematik der Landschaftszerschneidung bereits 1985 Eingang in die *Bodenschutzkonvention der Deutschen Bundesregierung*. Als Ziele werden dort die Trendumkehr bei der Zerschneidung und Zersiedlung des Landes und die Bewahrung naturnaher Landschaften vor weiteren Zerschneidungen genannt.

Auf der *39. Umweltministerkonferenz* (1992) werden im Handlungskonzept „Naturschutz und Verkehr“ die Forderungen nach großen unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen sowie nach der Freihaltung von wertvollen Landschaftsräumen von überörtlichen Verkehrswegen geäußert (MARKS 2004 sowie ESSWEIN ET AL. 2002).

Die *Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“* (1997) betont die Notwendigkeit des Flächensparens, fordert eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Flächenverbrauch (ESSWEIN ET AL. 2002). Hier wird vorgeschlagen, die Flächeninanspruchnahme bis 2010 auf 10% der Rate der Jahre 1993-95 zu verringern.

² http://medienjagd.test.newsroom.de/admin/assets/herrmann_endberichtdok20.pdf

Die *Nationale Nachhaltigkeitsstrategie* der deutschen Bundesregierung (2002) beinhaltet das Ziel der Rückführung der Neuinanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke von 117 ha auf 30 ha/Tag.
[\[http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/ThemenAZ/nachhaltigkeit-2007-04-13-erfolgskontrolle_3A-die-21-indikatoren.html\]](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/ThemenAZ/nachhaltigkeit-2007-04-13-erfolgskontrolle_3A-die-21-indikatoren.html)

Im *Bundesnaturschutzgesetz* werden unbebaute Landschaftsbereiche durch § 2 gesichert:

- § 2, Abs.1, Ziff. 11: „Unbebaute Bereiche sind wegen ihrer Bedeutung für den Naturhaushalt und für die Erholung insgesamt und auch im Einzelnen in der dafür erforderlichen Größe und Beschaffenheit zu erhalten.“
- § 2, Abs.1, Ziff. 12: „Bei der Planung von ortsfesten baulichen Anlagen, Verkehrswegen, Energieleitungen und ähnlichen Vorhaben sind die natürlichen Landschaftsstrukturen zu berücksichtigen. ... Vorhaben sollen so zusammengefasst werden, dass die Zerschneidung und der Verbrauch von Landschaft so gering wie möglich gehalten werden.“
- § 2 Abs. 1 Nr. 13: „Zum Zweck der Erholung sind nach ihrer Beschaffenheit und Lage geeignete Flächen zu schützen ...“

Mit § 2, Abs. 2, Nr. 3 werden im *Raumordnungsgesetz* Freiräume gesichert: „Die großräumige und übergreifende Freiraumstruktur ist zu erhalten und zu entwickeln. Die Freiräume sind in ihrer Bedeutung für funktionsfähige Böden, für den Wasserhaushalt, die Tier- und Pflanzenwelt sowie das Klima zu sichern oder in ihrer Funktion wiederherzustellen. Wirtschaftliche und soziale Nutzungen sind unter Beachtung ihrer ökologischen Funktionen zu gewährleisten.“

Länderebene – Sachsen

Auf Landesebene werden die Vorgaben der Bundesebene im *SächsNatSchG* entsprechend umgesetzt:

- § 1 Abs. 1, Nr. 2: „Der Bestand bedrohter Pflanzen- und Tiergemeinschaften und ihrer Standorte, ihrer natürlichen Zug- und Wanderwege, ihrer Rastplätze und ihrer sonstigen Lebensbedingungen ist nachhaltig zu sichern. Lebensräume sind, auch innerhalb der speziellen Schutzgebiete, zu Biotopverbundsystemen so zu entwickeln, daß sie den artspezifischen Bedürfnissen, insbesondere der bedrohten Arten, gerecht werden.“
- § 1 Abs. 1, Nr. 6: „Bebauung soll sich Natur und Landschaft anpassen. Verkehrswege und Versorgungsleitungen sollen landschaftsgerecht geführt und gebündelt werden.“

1.4 Quantifizierung der Landschaftszerschneidung

1.4.1 Phasen der Landschaftszerschneidung

Die Landschaftszerschneidung kann in verschiedene Phasen untergliedert werden. Diese reichen von Perforation über Inzision, Durchschneidung, Zerstückelung, Verkleinerung bis hin zum Auslöschung eines Raumes (Abbildung 4).

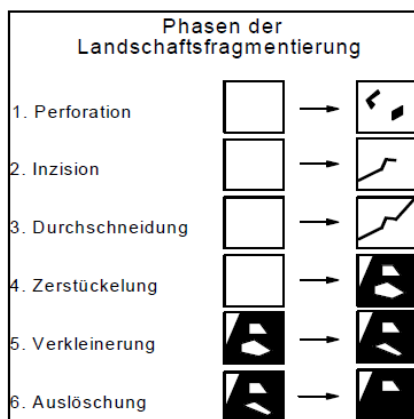


Abbildung 4: Phasen der Landschaftszerschneidung, aus: ESSWEIN (2007, zit. nach FORMAN 1995, S. 407)

Für die Analyse und Quantifizierung der Landschaftszerschneidung gibt es verschiedene Maße. SCHUMACHER UND WALZ (2006) unterscheiden hierbei drei Typen:

- Elementare Kennzahlen (z. B. Anzahl und Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume „UZVR“)
- Geometrische Strukturparameter/Landschaftsstrukturmaße (z. B. effektive Maschenweite „ m_{eff} “)
- Qualitative Bewertungsparameter (z. B. Störungspotential, Hemerobie, Anteile von Biotoptypen oder Schutzgebieten)

1.4.2 Elementare Kennzahlen und Landschaftsstrukturmaße zur Ermittlung der Landschaftszerschneidung

Elementare Kennzahlen und Landschaftsstrukturmaße sind, im Gegensatz zu qualitativen Bewertungsparametern, relativ einfach und schnell mit Geoinformationssystemen zu ermitteln. Sie werden deshalb oft und gern für die Quantifizierung und Indikation der Landschaftszerschneidung verwendet. Es existiert ein großes Spektrum an Kennzahlen und Landschaftsstrukturmaßen. Einen guten Überblick gibt die sogenannte IDEFIX-Datenbank (Indicator Database for Scientific Exchange, KLUG ET AL. 2004). Allerdings erfüllt nur ein geringer Teil der Landschaftsstrukturmaße die Anforderungen, die an einen Indikator zur Landschaftszerschneidung gerichtet werden. Als Hauptanforderungen nennen JAEGER 2002 sowie ESSWEIN, JAEGER UND SCHWARZ-VON RAUMER 2003:

- Anschaulichkeit, Überblicksfunktion, Vergleichbarkeit, Zeitreiheneignung, Transparenz
- Ungleichbehandlung der zerschneidenden gegenüber den durch die Zerschneidung betroffenen Flächen oder Linien
- Sensitivität auf strukturelle Unterschiede
- Zusätzliche Qualitäts- und Anforderungskriterien:
- Robustheit gegenüber der Einbeziehung von Kleinstflächen
- Homogenität im mathematischen Sinn (zum Vergleich von Gebieten unterschiedlicher Größe)
- Additivität (flächenproportionale Additivität)
- Pragmatische Kriterien: mathematische Einfachheit, geringer Datenbedarf
- Reaktion auf unterschiedliche Zerschneidungsphasen in der gleichen Richtung – d.h. Zu- oder Abnahme der Werte (Monotonie, vgl. Tabelle 3)

Tabelle 3: Reaktionen der Zerschneidungsmaße auf die sechs Phasen der Fragmentierung, aus: JAEGER (2001a, S. 54)

Fragmentierungsphase	Zerschneidungsmaß								
	D	S	m_{eff}	PI_{rel}	LDI	n	n_{UVR}	\bar{F}	I (I*)
Perforation	+	+	-	+/0/-	+	0	0/-	-	0 (+)
Inzision	0	0	0	0	+	0	0	0	+
Durchschneidung	+	+	-	+	+	+	+/0/-	-	+
Zerstückelung	+	+	-	+/0/-	+/0/-	+	+/0/-	-	+
Verkleinerung	+	+	-	+/0/-	+/0/-	0	0/-	-	0 (+)
Auslöschung	+	+	-	-	+/0/-	-	0/-	+/0/-	0 (+)

Tab. 6.2: Reaktion der Zerschneidungsmaße auf die sechs Fragmentierungsphasen im Vergleich. Der Zerteilungsgrad *D*, der Zerstückelungsindex *S*, die effektive Maschengröße m_{eff} und die Straßendichte *I* (und *I**) sind die einzigen Maße, welche eine Zunahme der Landschaftsfragmentierung verlässlich durch ein Ansteigen (bzw. Absinken) anzeigen. (*D* = Zerteilungsgrad, *S* = Zerstückelungsindex, m_{eff} = effektive Maschenweite, PI_{rel} = relativer Zerschneidungsindex, *LDI* = Landschaftsdurchschnittsindex, *n* = Zahl der Patches, n_{UZVR} = Zahl der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume größer als 100 km², \bar{F} = Durchschnittsgröße der Patches, *I* = Straßendichte bezogen auf die Gesamtfläche der Region, *I** = Straßendichte bezogen auf die Summe der Patchflächen; - = Maß reagiert auf diese Phase mit einer Abnahme, 0 = Maß reagiert überhaupt nicht auf diese Phase, + = Maß reagiert mit einer Zunahme, +/- = manchmal Zunahme, manchmal Abnahme und manchmal keine Reaktion auf diese Phase.)

Die Tabelle 3 zeigt am Beispiel der Reaktion verschiedener Zerschneidungsmaße auf die unterschiedlichen Phasen der Zerschneidung, dass verschiedene Maße jeweils für unterschiedliche Zerschneidungsphasen geeignet sind.

Am bekanntesten und am weitesten in Landschaftsökologie, Raumordnung und Fachplanung verbreitet sind die Maße „effektive Maschenweite“ (meff) und „Anzahl der unzerschnittenen verkehrsarme Verkehrsräume > 100 km²“ (UZVR, bzw. n_{UZVR}), seltener wird die Verkehrsliniendichte (l) genutzt. Als einziges Zerschneidungsmaß reagiert die Verkehrsliniendichte (bezogen auf die Summe der Patchflächen) homogen auf alle sechs Phasen der Zerschneidung. Das von JAEGER (2000, 2001a, 2001b, 2002, 2003) etablierte Maß „effektive Maschenweite“ reagiert immerhin homogen auf fünf von sechs Phasen der Zerschneidung (nicht auf Inzision). Das Maß „Zahl der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume > 100“ zeigt keine homogene Reaktion auf die sechs Zerschneidungsphasen.

1.4.3 Berechnung der Landschaftszerschneidung nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10

Die beiden am häufigsten zur Quantifizierung der Landschaftszerschneidung verwendeten Maße „effektive Maschenweite“ (meff) und „Anzahl der unzerschnittenen verkehrsarme Verkehrsräume > 100 km²“ (UZVR) sind auch diejenigen, die als Teilindikatoren in den Indikator „Landschaftszerschneidung“ der Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kernindikatorensatz (LIKI) eingehen. Dieser Indikator, im Folgenden als **LIKI-/UMK Indikator Nr. 10** bezeichnet, wurde im Mai 2004 auf der 62. Umweltministerkonferenz (UMK) als einer von 24 Nachhaltigkeitsindikatoren (UMK-Indikatoren) festgelegt. An den Diskussionen zur Auswahl der Indikatoren beteiligten sich neben der LIKI auch Vertreter der ETH-Zürich und der Universität Stuttgart. Der LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 stellt ein anerkanntes und vereinheitlichtes Verfahren zur Ermittlung der „Landschaftszerschneidung“ dar, welches derzeit sowohl auf Bundesebene (BfN, 2006) also auch in den Ländern Baden Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Thüringen zur Anwendung kommt.

Auch die in dieser Dokumentation vorgestellten Berechnungen zur Landschaftszerschneidung Sachsens folgen den Vorgaben des LIKI-/UMK Indikators Nr. 10, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer Länder und auf Bundesebene zu erreichen.

Teilindikator (1): Unzerschnittene verkehrsarme Räume > 100 km² (UZVR > 100 km²) nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10

■ Definition

- Als UZVR werden die verbleibenden Freiräume bezeichnet, die nicht von einem Zerschneidungselement (Straße, Siedlung) etc. geteilt werden. Prinzipiell ist eine Berechnung verschiedener Größenkategorien möglich. Bezugnehmend auf das Verfahren von LASSEN (1979) ermittelt das BfN seit 1979 für die UZVR > 100 km² Anzahl und prozentualen Anteil an der Landesfläche. In vorliegender Arbeit werden weiterhin auch die UZVR der Größenkategorien 40-70 km², 70-100 km² betrachtet.

■ Als anthropogene Elemente, die die Landschaft zerschneiden werden für den LIKI-/UMK Indikator berücksichtigt:

- Straßen ab einer Verkehrsstärke von 1000 Kfz / 24 h (BAB, Bundes- und Landesstraßen, Kreisstraßen, soweit Zählraten vorhanden)
- zweigleisige Bahnstrecken und eingleisige elektrifizierte, in Betrieb befindlich
- Ortslagen
- Flughäfen
- Kanäle mit dem Status einer Bundeswasserstraße der Kategorie IV oder größer (entfallen für Sachsen)
- Bei Straßen und Bahnlinien werden Tunnel ab einer Länge von 1000 m als Unterbrechung („Entschneidung“) berücksichtigt. Wirkkorridore werden nicht ermittelt.

■ Naturschutzfachliche Interpretation des Indikators

- „Die UZVR > 100 km² beruhen auf der Annahme, dass große unzersiedelte Räume hinsichtlich ökologischer Wertigkeit aber auch hinsichtlich der Möglichkeit ungestörten Naturerlebens, Räume besonderer Exklusivität darstellen“ (ESSWEIN UND SCHWARZ-VON RAUMER 2006). Sie können eine wichtige Rolle bei Überlegungen zur Ausweisung von Rückzugs- und Entwicklungsräumen sowie von Schutzgebieten für Arten mit hoher Mobilität und

hohem Anspruch an ungestörte Räume (Wolf, Luchs, Elch, Bär) spielen (ESSWEIN UND SCHWARZ-VON RAUMER 2006, S. 143).

- Die Ermittlung und Darstellung der UZVR kann die Aufmerksamkeit auf große unzerschnittene Räume lenken und Bewusstsein für deren Schutz schaffen. In der Zusammenschau mit weiteren Qualitätsmerkmalen der Räume, wie Schutzgebietskategorien und Landnutzung können Aussagen zum Erholungswert und weiteren Potentialen spezifischer Räume abgeleitet werden (ESSWEIN 2007).

■ Datenbedarf

- Verkehrsdaten, da nur Straßen mit mehr als 1000 Kfz / 24 h eingehen
- Straßennetz: ATKIS DLM 25 bzw. ein alternatives Straßennetz für welches modellierte Verkehrswerte vorliegen
- Ortslagen und Flughäfen, Schienen: ATKIS DLM 25

Teilindikator (2): Die effektive Maschenweite (m_{eff}) nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10

■ Definition

- Die effektive Maschenweite (m_{eff}) wurde von JAEGER (2000) zur Quantifizierung der Landschaftszerschneidung eingeführt. Sie ist definiert als die „Größe der Flächen, die man erhält, wenn das Gebiet in lauter gleich große Flächen zerteilt würde, so dass sich dieselbe Begegnungswahrscheinlichkeit dafür ergibt, dass sich [...] [zwei] (an zufällig gewählten Orten) ausgesetzte Tiere begegnen können...“ (ESSWEIN ET AL. 2002). Der Wert für m_{eff} wird maximal, wenn ein Gebiet vollkommen unzerschnitten ist. Wenn ein Gebiet hingegen vollständig von Siedlungen und Verkehr bedeckt ist, geht m_{eff} gegen Null. Je größer die Zerschneidung durch Barrieren, Straßen etc. ist, desto geringer ist m_{eff} . Der Folgende Infokasten gibt einen Überblick zum Aufbau der Formel der effektiven Maschenweite (vgl. Abbildung 5).
- Die Berechnung der m_{eff} beruht auf den Ergebnissen der Berechnung der UZVR.

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

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

Abbildung 5: Formel zur Berechnung der m_{eff} , aus: JAEGER, ESSWEIN UND KRANZ (2004, S. 6)

- Wird die effektive Maschenweite nicht für den Gesamtraum berechnet, sondern für spezifische Teilräume, wie Planungsräume oder Schutzgebiete etc., ergibt sich das Problem, dass die UZVR (Polygonmaschen) häufig nicht mit den Grenzen der Teilräume übereinstimmen und von ihnen zerteilt werden. Daher muss definiert werden, welche Polygone, welchem Teilraum zugeordnet werden. Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten – sogenannte Teilraumverfahren (vgl. LANG ET AL. 2008, S. 19f). Nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 kommt das sogenannte „Ausschneideverfahren“ zu Einsatz. Dabei werden die UZVR-Flächen mit dem Bezugsraum verschnitten, d.h. die Grenze des Bezugsraums dient als zusätzliche flächenbildende Grenzlinie. Die neu entstehenden Flächen werden dem Bezugsraum zugeordnet in dem sie vollständig enthalten sind. Dieses Verfahren ermöglicht eine eindeutige

Zuordnung der Flächen zu Bezugsräumen. Die Methode wird vor allem für die historische Analyse empfohlen, da die Grenzen zu allen Zeitpunkten stabil bleiben. Allerdings werden künstliche Grenzen geschaffen, so dass die Werte der effektiven Maschenweite immer etwas niedriger sind als in der realen Situation. Vergleichende Berechnungen, die im Vorfeld dieser Dokumentation mit den Teilraumverfahren „if partially inside“ und „one-sided relation“ erstellt wurden, zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Ausschneideverfahrens. Die Bestimmtheitsmaße liegen zwischen 0,81 und 1.

■ Als anthropogene Elemente, die die Landschaft zerschneiden werden für den LIKI/UMK Indikator berücksichtigt:

- Straßen ab einer Verkehrsstärke von 1000 Kfz / 24 h (BAB, Bundes- und Landesstraßen, Kreisstraßen, soweit Zählraten vorhanden)
- zweigleisige Bahnstrecken und eingleisige elektrifizierte, in Betrieb befindlich
- Ortslagen
- Flughäfen
- Kanäle mit dem Status einer Bundeswasserstraße der Kategorie IV oder größer (entfallen für Sachsen)
- Bei Straßen und Bahnlinien werden Tunnel ab einer Länge von 1000 m als Unterbrechung („Entschneidung“) berücksichtigt. Wirkkorridore werden nicht ermittelt.

■ Interpretation

- M_{eff} steht für den Zersiedelungsgrad der Landschaft. Die Definition ist eng mit Betrachtungen über die Bewegungsfreiheit von Individuen in der Landschaft verbunden. Die effektive Maschenweite kann als Zeiger für die allgemeine Erhöhung der Flächeninanspruchnahme und des Zersiedlungsgrades dienen. Sie ist zur Gefährdungsabschätzung für größere (Land-) Tierarten mit großen Lebensraumansprüchen geeignet (ESSWEIN 2007).

■ Datenbedarf

- Verkehrsdaten, da nur Straßen mit mehr als 1000 Kfz / 24 h eingehen
- Straßennetz: ATKIS DLM 25 bzw. ein alternatives Straßennetz für welches modellierte Verkehrswerte vorliegen
- Ortslagen und Flughäfen, Schienen: ATKIS DLM 25

Die beiden Maße UZVR und m_{eff} ergänzen sich und besitzen jeweils ihre spezifischen Vor- und Nachteile (siehe Tabelle 4). M_{eff} beschreibt den Zerschneidungsgrad eines Raumes mit nur einem Wert und eignet sich insbesondere für das Monitoring. Mittels UZVR lassen sich hingegen Größe und Lage der unzerschnittenen Räume analysieren.

Tabelle 4: Gegenüberstellung UZVR > 100km² und m_{eff} , nach ESSWEIN ET AL. (2003, S. 57f) sowie PERNKOPF UND LANG (2007)

	Pro	Contra
m_{eff}	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfüllt alle wissenschaftlichen, funktionalen, pragmatischen Anforderungen an einen Indikator ▪ Relativ geringer Datenbedarf ▪ Reproduzierbarkeit und Transparenz gegeben ▪ Trifft Aussage für den Gesamttraum ▪ Unempfindlich gegenüber kleinen Restflächen ▪ Vergleich von Räumen unterschiedlicher Größe möglich ▪ Reagiert auf 5 der 6 Fragmentierungsphasen homogen mit Abnahme der Werte ▪ Berechnung von Wirkkorridoren sinnvoll, Störungsbänder verringern die effektive Maschenweite, da die Größe der Einzelflächen (die in die Formel eingehen) abnimmt ▪ Aufnahme in die Programme Fragstats (ab 3.1) und V-Late, m_{eff}-Tool in ArcGIS (LANG ET AL. 2008) ▪ Interpretierbar als ein Faktor, der die Überlebensfähigkeit von Tieren beeinflussen kann, weil die Begegnungsmöglichkeit von Tieren Voraussetzung für deren Fortpflanzung und den Genaustausch ist 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verminderte Anschaulichkeit ▪ Komplexere Formel ▪ Politische Aussagekraft nicht so „plakativ“ wie bei UZVR > 100 km²

UZVR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pragmatische Indikatoranforderungen erfüllt ▪ Anschaulichkeit - gut geeignet für Kommunikations- und Illustrationszwecke (PERNKOPF UND LANG 2007) ▪ Mathematisch einfach ▪ Relativ geringer Datenbedarf ▪ Differenziert zwischen zerschneidenden und betroffenen Flächen ▪ Reproduzierbarkeit, Transparenz gegeben ▪ Aussagen zu großräumig agierenden Arten, wie Wolf und Luchs möglich (HERRMANN UND MATHEWS 2007) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Aussage für den Gesamttraum ▪ Schwellenwertproblematik: Nur Flächen ab einer bestimmten Größe (z. B. 100 km²) werden berücksichtigt (Sensitivität ist gering) ▪ Geringe Berücksichtigung ökologischer Zusammenhänge (ursprünglich für Erholungsfunktion entwickelt) ▪ Direkte Flächeninanspruchnahme durch Zerschneidungselemente schlägt sich kaum nieder daher sind Aussagen für Wirkungsbänder (Verkehrsaufkommen) wenig aussagekräftig ▪ Keine Aussagen für mittelgroße bis kleine Säuger (Otter, Dachs etc.) (HERRMANN UND MATHEWS 2007)
-------------	--	--

1.4.4 Korridore und Puffer in der Zerschneidungsgeometrie

Die eigentlichen Wirkungen von Zerschneidungselementen, wie Straßen und Schienen oder auch Siedlungen gehen über die reine Flächeninanspruchnahme und Zerteilungswirkung der Elemente hinaus. Optische, akustische und stoffliche Beeinträchtigungen treten auf und haben unterschiedliche Effekte sowie Reichweiten. Um diesem Aspekten Rechnung zu tragen, können die eigentlichen Zerschneidungselemente mit Puffern oder Korridoren versehen werden. Die Festlegung der Korridorbreite stellt dabei ein „schwer zu fassendes Problem“ dar (vgl. CLAUSING 2006, S. 50 und CLAUSING 2007, S. 6ff). Realistischerweise sind stets nur spezifische Auswirkungen (z. B. die von Lärm) auf spezifische Adressaten (z. B. Waldvögel) darstellbar. Nach wie vor ist hier auch ein hoher Bedarf an artenspezifischen Untersuchungen nötig. Trotzdem wird oftmals mit verallgemeinerten Korridorbreiten auf der Basis von Verkehrsstärke oder Straßentypus bei der Ermittlung von Landschaftszerschneidung gearbeitet. Die getroffenen Annahmen basieren auf dem erkennbaren Trend: „dass mit steigender Verkehrsstärke zunehmend größere Flächen verlärmert werden und daher die Habitatqualität auf größeren Flächen um die Zerschneidungselemente sinkt. Auch wenn sich die konkreten Zahlen von Art zu Art unterscheiden, so ist dieser Trend für alle lärmempfindlichen Tierarten gleich.“ Auch für lärmunempfindliche Arten steigt die Barrierewirkung mit dem Verkehrsvolumen an (Esswein et al. 2002, S. 31). Der Indikator Landschaftszerschneidung nach LIKI-UMK berücksichtigt allerdings keine Puffer- bzw. Korridore.

Beispiele für Wirkkorridore bzw. -puffer

- ESSWEIN ET AL. 2002 für Baden-Württemberg in Anlehnung an REIJNEN et al. 1995: Ausweisung von Lärmbändern spezifischer Breite entlang der Straßen
- ESSWEIN UND SCHWARZ-VON RAUMER 2004b für Hessen: Erstellung einer Zerschneidungsgeometrie mit Puffern, deren Breite allein auf der Verkehrsstärke basiert, bei > 5000 KfZ/Tag wird ein 300 m breiter Puffer generiert, bei > 10 000 KfZ/Tag wird ein 1000 m breiter Puffer beidseits der Straßen generiert, analog wird bei den mehrgleisigen Bahnlinien verfahren.
- FRIEDRICH 2004 für Mecklenburg Vorpommern: Lineament-Wirkzonen-Analysen, Korridorbreiten in Abhängigkeit vom Straßentyp, BAB: 1 km³, Bundesstraßen: 0,6 km, Landesstraßen: 0,3 km, Kreisstraßen: 0,2 km, Gemeindestraßen: 0,1 km, ländliche Wege: 0,1 km (vgl. auch BAIER 2000).
- Landesamt für Umwelt und Geologie Bayern: Berechnung von Pufferzonen für die Schallpegelklassen von 35 – 80 dB(A), gemäß der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)⁴
[http://www.lfu.bayern.de/natur/fachinformationen/landschaftszerschneidung/unzerschnittene_raeume/index.htm]

In vorliegender Dokumentation wird das bayrische Verfahren aufgegriffen. Im Kap. 3 wird eine Zerschneidungsgeometrie mit Korridoren entlang der 45 dB(A)-Lärmausbreitungsgrenze entlang der Straßen für Sachsen erstellt.

3 1 km bedeutet: nach beiden Seiten jeweils 500 m.

4 Eine Orientierung für die dB(A)-Grenzwerte liefert u. a. auch folgende Webseite: [http://www.laermorama.ch/laermorama/modul_laerm_betroffen/rechtlich_w.html]

1.4.5 Das Problem der grenzüberschreitenden Betrachtung der Landschaftszerschneidung

Aus fachlicher Sicht wäre eine grenzüberschreitende Analyse der Landschaftszerschneidung geboten, da administrative Grenzen keine Zerschneidungselemente darstellen. Wird die Untersuchung an den Landesgrenzen beendet, kann die tatsächliche Flächengrößen der UZVR nicht ermittelt werden, da Teilflächen außerhalb des Landes nicht mit einbezogen werden können.

Insbesondere für Sachsen erscheint eine grenzüberschreitende Analyse erstrebenswert, da ein Großteil der UZVR in peripheren Räumen nahe der Landesgrenze liegt (Erzgebirge, Elbsandsteingebirge, Muskauer Heide, Königsbrücker Heide). Aus einer Studie des Leibniz-Institutes für ökologische Raumentwicklung Dresden (IÖR) geht hervor: „Die Ausdehnung der Zerschneidungsanalyse über die Grenzen des Freistaates Sachsen hinaus bis zur nächstliegenden Hauptverkehrsstrasse führt zu einer Erweiterung des Untersuchungsraumes um fast 40 %“ (Schumacher und Walz 2006, S. 43f). Das IÖR hat sachsenweit grenzüberschreitende Analysen zur Landschaftszerschneidung durchgeführt. Diese basieren jedoch nicht auf dem LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 und beziehen keine Verkehrsbelegungsdaten mit ein [http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_ufz]⁵. Das BfN (2008) ermittelt die Landschaftszerschneidung bundesländergrenzübergreifend, geht jedoch nicht über die Grenzen Deutschlands hinaus. Probleme, die bei grenzüberschreitender Arbeit auftreten, sind v. a. schlechte Datenverfügbarkeit (Verkehrsbelegungsdaten), unterschiedliche geodätische Referenzsysteme und räumliche Genauigkeiten sowie Aktualität, unterschiedliche Kategorien von Straßen und Bahnstrecken und unterschiedliche Klassifizierung der Landnutzung. Insgesamt erhöht sich der Datenaufwand enorm.

Aufgrund der geschilderten Problemlage, vor allem aber wegen der schlechten Datenverfügbarkeit (insbesondere bei Verkehrsbelegungsdaten), wird in vorliegender Dokumentation auf eine grenzüberschreitende Analyse der Landschaftszerschneidung Sachsens verzichtet.

1.4.6 Landschaftszerschneidung als Indikator? – Eine Debatte.

Im Zusammenhang mit naturschutzfachlichen bzw. landschaftsökologischen Aspekten stellt sich die Frage inwieweit quantitative Werte der Landschaftszerschneidung (UZVR, m_{eff}) bestimmter Räume geeignet sind, eine **Indikatorfunktion** für vorhandene innere Qualitäten, wie beispielsweise die Biodiversität, zu übernehmen.

Generell stellen Zerschneidungsmaße – hierbei sind vor allem die Landschaftsstrukturmaße gemeint – eine gute Möglichkeit dar, **um Landschaftsstrukturen zu beschreiben und um zerschnittene von weniger zerschnittenen Räumen zu unterscheiden**. Sie ermöglichen Aussagen zur anthropogenen Überprägung der Landschaft (MOSER ET AL. 2007).

In zahlreichen Fachpublikationen wird die Landschaftszerschneidung per se als ein Indikator für die Biodiversität gesehen (vgl. ESSWEIN, JAEGER UND SCHWARZ-VON RAUMER 2003). Dies ist jedoch schon im Hinblick auf die unterschiedlichen Reaktionen der Arten auf die Landschaftszerschneidung als problematisch zu betrachten. Bei Korrelationsanalysen zwischen Landschaftszerschneidungsmaßen und ökologischen Zusammenhängen spielen zahlreiche komplexe Faktoren, wie Feind- und Meidungsverhalten, zeitverzögerte Reaktionen der Arten, Nahrungsressourcen, generelle Habitateignung, Ausprägung der Zerschneidungselemente und Gesamtstruktur des Raumes eine Rolle (CLAUSING 2006, S. 79 sowie SEILER 2003). Nach wie vor existiert hier ein enormer Bedarf an empirischen Forschungen zur Abstützung der Zusammenhänge zwischen Werten von Landschaftsstrukturmaßen und ökologischen Zusammenhängen (vgl. auch DI GIULIO ET AL. 2007 sowie RECK ET AL. 2008). RECK ET AL. (2008) betonen, dass sich **aus der Landschaftszerschneidung nicht das Ausmaß der „Habitatzerschneidung“ oder „Habitatbelastung“ entscheidungsrelevant ableiten lässt – eine differenzierte Betrachtung von Habitatmodellen und der Landnutzung ist hierfür ihrer Meinung nach unabdingbar**. Ein unreflektierter Umgang mit Zerschneidungsmaßen führt also zu Fehlinterpretationen. Stark fragmentierte Lebensräume müssen nicht zwangsläufig weniger Arten beinhalten. In einigen

⁵ Im Januar 2009 wurde im IÖR ein Projekt zur Datenharmonisierung der deutschen ATKIS-Daten mit den tschechischen ZABAGED-Daten gestartet. Die Projektlaufzeit ist bis 2011 angedacht [<http://www.ioer.de/index.php?id=767>]. Aus diesem Projekt könnten für spätere Zerschneidungsanalysen wichtige Datengrundlagen hervorgehen.

Studien wird diesem Problem durch die Erstellung von „Steckbriefen“ für die großen unzerschnittene verkehrsarme Räume (UZVR) begegnet (z. B. IÖR⁶).

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Die Indikatoreignung der Landschaftszerschneidung, insbesondere der Maße UZVR und m_{eff} für Zwecke des Naturschutzes nimmt in der Reihenfolge [1] (Kultur-) Landschaftsschutz/Erholungsvorsorge \Rightarrow [2] Artenschutz (im Sinne der Habitatqualität von Flächen) \Rightarrow [3] Biotopverbundplanung/Habitatvernetzung ab.

[1] Für die Beurteilung der Erholungsfunktion eines Raumes haben die Zerschneidungsmaße bei alleiniger Betrachtung noch die größte Aussagekraft, da sie Aussagen zum Landschaftsbild und zum Grad der Lärmbelastung erlauben.

[2] Von UZVR geht eine Pufferwirkung aus. Große UZVR stellen Rückzugsmöglichkeiten für lärmempfindliche Arten dar. Für die Beurteilung eines Raumes für den Artenschutz ist die Zerschneidung jedoch nur ein Teilaspekt, der nicht ohne Merkmale wie Biotopausstattung oder Landnutzungsintensität betrachtet werden kann. Bei der Analyse von Korrelationen zwischen Artvorkommen und Zerschneidungsmaßen müssen zudem Scheinkorrelationen beachtet werden. Der Grad der Landschaftszerschneidung wird von Faktoren wie z.B. der Bevölkerungsdichte bestimmt, die gleichzeitig auch Einfluss auf die Naturraumausstattung und die Landnutzung haben.

[3] Für die Biotopverbundplanung bzw. Habitatvernetzung ist der Indikator UZVR nach LIKI/UMK Indikator Nr. 10 unzureichend (vgl. RECK ET AL. 2008).

Die Quantifizierung der Landschaftszerschneidung kann und wird in vorliegender Dokumentation demnach nicht als genereller Indikator für die Biodiversität betrachtet werden. Vielmehr werden die Ergebnisse der Landschaftszerschneidung als „quantifizierende Hilfskonstruktionen“ (GRAU 1997, S. 99, zit. nach KNAUER 1991) aufgefasst, die in Ergänzung durch andere Informationen, wie Schutzstatus und Landnutzung eines Raumes Aussagen zu Qualität sowie Potentialen des Raumes ermöglichen. Die Analyse der Landschaftszerschneidung ist ein gut geeignetes Mittel, um umweltpolitische Signale setzen (PERNKOPF UND LANG 2007) und um Grundsätze der Raumordnung festzuhalten.

2 Die Ermittlung der Landschaftszerschneidung Sachsen mit dem LIKI-/ UMK Indikator Nr. 10

Die Berechnung der Landschaftszerschneidung in Sachsen soll sich am LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 orientieren. Wird der LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 als Grundlage der Berechnungen genutzt, sind auf diese Weise sowohl die Zerschneidungsgeometrie als auch die zu berechnenden Maße (UZVR und m_{eff}) festgelegt. Für ein Vorgehen nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 spricht vor allem die länderübergreifende Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

2.1 Festlegungen, Datengrundlage und -aufbereitung zur Berechnung der Landschaftszerschneidung Sachsens

- Für Sachsen wird die Anzahl der **UZVR ab 40 km²** in den Größenkategorien 40-70 km², 70-100 km² und > 100 km² ermittelt, sowie der prozentuale Anteil der UZVR > 100 km² an der Landesfläche. Eine Betrachtung verschiedener Größenkategorien von UZVR bietet sich an, da hierbei an ältere Berechnungen zur Zerschneidung Sachsens angeknüpft werden kann (LEP 2003).
- Für Sachsen wird die **effektive Maschenweite** für den Gesamttraum und weiterhin für die 30 Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm sowie die 13 Landkreise (bzw. kreisfreien Städte) berechnet. Für die Teilraumberechnungen wird nach LIKI/UMK das Ausschneideverfahren gewählt, da dabei alle Flächen erfasst werden und keine Inkonsistenzen entstehen. Fernerhin werden retrospektive Berechnungen für die effektive Maschenweite durchgeführt (beginnend mit dem frühesten zur Verfügung stehenden ATKIS DLM 25 Zeitschnitt 1999).
- Insgesamt werden **fünf Zerschneidungsgeometrien** erstellt (vgl. Tabelle 5).
 - Die wesentlichste Analyse ist die nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10. In diese Zerschneidungsgeometrie gehen nur Straßen mit einer täglichen Verkehrsbelastung von über 1000 Fahrzeugen ein. Daher werden für die Berechnungen **Verkehrsdaten** (DTV⁷ 24 h) benötigt. Für Sachsen sind diese in entsprechender Qualität nur für den Zeitschnitt 2005 verfügbar („Verkehrsmodell Sachsen Analyse 2005“) und basieren auf einem modifizierten Netz der LfSt. Die Geometrien von Siedlung und Eisenbahn werden aus den ATKIS-Daten 2004 entnommen.
 - Um **retrospektive Analysen** durchführen zu können werden drei weitere, vom **LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 abweichende, Zerschneidungsgeometrien** erstellt. Diese basieren **allein auf ATKIS-Daten**, wobei unabhängig von der Verkehrsbelegung alle Straßen ab der Kategorie Kreisstraße berücksichtigt werden (ATKIS-Zeitschnitte 1999, 2004, 2007).
 - Eine **fünfte Zerschneidungsgeometrie** trägt den **Wirkkorridoren** Rechnung. Sie basiert auf den ATKIS-Daten 2004 in Kombination mit Lärmdaten, die auf dem DDS-Straßennetz 2001 fußen. Die **Datengrundlage** für die Lärmdaten entstammen den Lärmkartierungsdaten „**Analyse der Straßenverkehrsbelastung in Sachsen**“⁸ des LfULG. Es wurden die Tag-Nacht-Mittelwerte (L_{DEN}) verwendet. In der Zerschneidungsgeometrie werden alle Bereiche mit Dezibelwerten < 45 db(A), die nicht von Siedlungen, Eisenbahnlinien oder Straßen zerschnitten werden, als „lärmmarme“ UZVR ermittelt.
- Von den **ATKIS-Daten** (DLM 25) werden folgenden Objektarten in die Zerschneidungsgeometrien aufgenommen:
 - ATKIS: Grenze von Sachsen als Fläche (Die Grenzgeometrie Sachsen mit Stand 2008 wurde für alle Zeitschnitte verwendet.)

⁷ DTV ... Durchschnittlicher täglicher Verkehr

⁸ Es handelt sich dabei um ein Screening nach der Vorschrift VBUS im Vorfeld der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie, wobei die Lärmwerte nicht gemessen, sondern in einem aufwendigen Verfahren unter Einbezug von Geländeinformationen modelliert wurden. Die zugrundeliegende Straßengeometrie ist das Netz der Firma Digital Data Service, Karlsruhe) „DDS-Netz“ mit Stand 2001. Die Verkehrsdaten stammen aus dem Datenbestand des LfULG Verkehr in Sachsen („VIS“, Stand 2005), wobei die Daten für das stärker befahrene Hauptstraßennetz genauer sind als für das Nebennetz. Für das Nebennetz wurden die Verkehrsmengen ausschließlich geschätzt und mit Werten zwischen 1000 und 2000 Kfz belegt. Die unterste modellierte db(A)-Grenze liegt bei 45 db(A). Begründet wird diese Grenze einmal durch die Aussage, dass ab 45 db(A) bereits die Umgebungsgeräusche lauter sein können als der Verkehrslärm an sich. Andererseits setzt die EU-Umgebungs-lärmrichtlinie bei 50 db(A), optional bei 45 db(A) an.

- ATKIS-Ortslagen: Objektarten 2101, 2111, 2112, 2113, 2114
- ATKIS-Flughafen/-platz: Objektarten 3301, 3302
- ATKIS-Schienen: Objektarten 3201, 3205; nur diejenigen, die in Betrieb (ZUS=1100) und mehrgleisig (GLS > 1000) oder in Betrieb und eingleisig (GLS = 1000) sowie elektrifiziert (ELK=1000) sind. Für den Datensatz 1999 lagen nur Informationen über Gleiszahl jedoch nicht über Zustand und Elektrifizierung vor
- ATKIS-Tunnel: Objektart 3513 (größer 1000 m)
- ATKIS-Straßennetz: Wenn keine DTV-Werte (d. h. nicht das PTV-Netz) verwendet werden: Selektion aller ATKIS-Straßen ab Kategorie Kreisstraße: Objektarten 3101, 3105; WDM = 1301, 1303, 1305, 1306

■ Es wird auf eine grenzüberschreitende Analyse verzichtet.

Tabelle 5: Überblick über Zerschneidungsgeometrien und Datenquellen

Zerschneidungsgeometrie	Datenquellen für die Zerschneidungselemente					
	Ortslagen	Flughäfen	Straßen	Tunnel	Schienen	Grenze
ZG 1: „ATKIS 1999“	ATKIS 1999	ATKIS 1999	ATKIS 1999	ATKIS 1999	ATKIS 1999	ATKIS 2008
ZG 2: „ATKIS 2004“	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2008
ZG 3: „ATKIS 2007“	ATKIS 2007	ATKIS 2007	ATKIS 2007	ATKIS 2007	ATKIS 2007	ATKIS 2008
ZG 4: „PTV 2004“ Entspricht dem LIKI-/UMK Indikator Nr. 10	ATKIS 2004	ATKIS 2004	PTV-Netz (= erweitertes LISt-Netz)	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2008
ZG 5: „Lärm 2004“	ATKIS 2004	ATKIS 2004	Lärmkartierung (Lärmkorridore bis 45 db(A)) basierend auf DDS 2001	ATKIS 2004	ATKIS 2004	ATKIS 2008

2.1.1 Datengrundlage: Problemlage bei Straßennetzen und Verkehrsdaten

Nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 werden Verkehrsbelegungswerte für die Straßen benötigt, da nur Straßen ab einem DTV-Wert > 1000 in die Zerschneidungsgeometrie eingehen sollen. Die Beschaffung von Verkehrsdaten für Sachsen gestaltete sich schwierig. Für die ATKIS-Straßen sind keine Verkehrswerte verfügbar⁹. Deshalb wurde nach einem alternativen Straßennetz mit Verkehrswerten gesucht. Dafür stehen prinzipiell zwei verschiedene Netze zur Verfügung: Das DDS¹⁰-Netz (Stand 2001) und das Netz der LISt (Gesellschaft für Verkehrswesen und ingenieurtechnische Dienstleistungen mbH).

Auf dem **DDS-Netz** basiert das sogenannte **VIS (Verkehr in Sachsen)**. Dabei handelt es sich um ein von der TU-Dresden entwickeltes Informationssystem, welches am LfULG Verwendung findet. In das VIS gehen Verkehrszähldaten aus 12 Quellen ein. Dazu zählen u. a. Pegelzählstellenwerte, Verkehrsdaten des SMWA, Verkehrsmengenkarten und Daten der Umweltämter.

⁹ Die ATKIS-Straßen sind nicht als Knoten-Kanten-Modell aufgebaut, wie DDS- oder LISt-Netze. Eine Übertragung von Verkehrsinformationen von einem der Netze auf das ATKIS-Netz ist somit technisch nicht möglich.

¹⁰ Firma Digital Data Service, Karlsruhe

Alle verfügbaren Zählwerte werden mit dem entsprechenden Zähljahr vermerkt und in das System eingespeist. Diese zunächst punktuellen Verkehrszählwerte werden in der Zusammenschau mit der Gesamtverkehrsmenge Sachsens, unter Anwendungen von Stützstellen sowie Verteilungswahrscheinlichkeiten auf das gesamte Straßennetz („flächig“) verteilt. Die Zählraten reichen von 1999 bis 2007. Die Geometrie des zugrundeliegenden Netzes besitzt jedoch stets den Stand 2001.

Eine Alternative stellt das **Netz der LISt** (Stand 2005) dar. Es diente einer **Verkehrsmodellierung** der Firma PTV als Basis. Die Firma PTV hat das sogenannte VISUM Modell (Abkürzung für „Verkehr In Städten Umlegungs-Modell“, inzwischen gibt es bereits die 10. Version des Modells) entwickelt und damit im Auftrag des SMWA eine Modellierung des Verkehrs in Sachsen für das Jahr 2020 vorgenommen. In die Modellierung flossen dabei umfangreiche statistische, wirtschaftliche und demographische Daten ein. Es wurde mit Zählstellenwerten kalibriert. Das LfULG hat PTV beauftragt diese Verkehrsmodellierung auch für den „Ist-Zustand 2005“ durchzuführen. Das Ergebnis wird im Folgenden als „Verkehrsmodell Sachsen Analyse 2005“ oder „PTV-Modellierung“ bezeichnet.

Für die Berechnung der Landschaftszerschneidung nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 wurde das Netz der LISt mit den von PTV modellierten Verkehrswerten genutzt. Dafür spricht neben der Genauigkeit des Modells auch die gute Aktualität des zugrunde liegenden Netzes sowie die Tatsache, dass die bisherige Verkehrsmodellierung des VIS auf Basis des DDS-Netzes in Zukunft nicht mehr weiter geführt werden soll.

Bei den drei ATKIS-Zerschneidungsgeometrien (ATKIS-Zeitschnitte 1999, 2004, 2007) wurde mit dem ATKIS-Straßennetz des jeweiligen Zeitschnittes gearbeitet. Bei der Zerschneidungsgeometrie mit Lärmkorridoren liegt das DDS-Netz mit Stand 2001 zugrunde.

2.1.2 Kurze Darstellung der technischen Vorgehensweise und der notwendigen Korrekturen

Vorarbeiten und Korrekturen

Die Erstellung der Zerschneidungsgeometrien orientiert sich im Wesentlichen an der „Technischen Anleitung zur Berechnung der effektiven Maschenweite“ (SCHWARZ-VON RAUMER UND ESSWEIN 2006).

[<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20280/>].

Je nach Art der vorliegenden Daten bedürfen diese zuvor einer mehr oder minder umfassenden Aufbereitung. Beispielsweise müssen die blattschnittsweise vorliegenden ATKIS-Daten der Zeitschnitte 1999 und 2004 zu einem Gesamtdatensatz für ganz Sachsen zusammengeführt werden.

Die Lärmkartierungsdaten liegen aufgrund der Größe des Datensatzes in der Form von acht Kacheln für Sachsen vor. Für die Zerschneidungsgeometrie müssen alle Kacheln zusammengeführt werden. Um das Datenvolumen zu verringern wird zuvor der Befehl „Dissolve“ (Zusammenführen) mit Dissolve-Feld = LDEN, durchgeführt. Das Endergebnis ist ein Polygonshapefile, welches für das gesamte (DDS-) Straßennetz die Lärmkorridore ab dem Lärmpegel 45 db(A) in Form einer einzigen zusammenhängenden Fläche enthält (vgl. Abbildung 6).

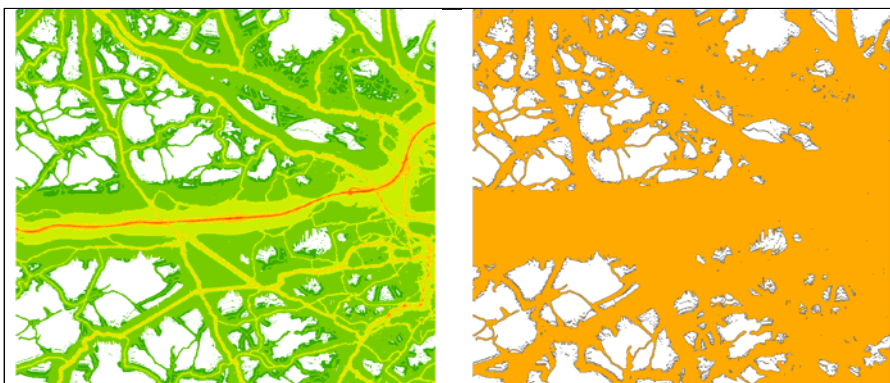


Abbildung 6: Ausschnitt aus der Lärmkartierung. Links vor und rechts nach dem Befehl Dissolve.

Eine einfache automatisierte Ermittlung der Landschaftszerschneidung ist nicht möglich. Alle verwendeten Straßennetze (ATKIS und LIST) besitzen Lücken und Ungenauigkeiten, die einer detaillierten und aufwendigen Kontrolle bedürfen. Die größten Lücken und Fehler treten in den Grenzbereichen auf. Zudem ist davon auszugehen, dass die Qualität des ATKIS-Zeitschnittes 1999 schlechter als jene der ATKIS-Zeitschnitte 2005 und 2007 ist. Einer spezifischen Korrektur bedarf das LIST-Netz. In dieses sind im Zuge der Verkehrsmodellierung sogenannte „Einspeisungsstellen“ eingefügt worden. Diese Straßenabschnitte existieren nicht in der Realität und führen stellvertretend für viele kleinere Straßen den Verkehr in ein / aus einem Gebiet. Sie können somit Verkehrswerte von mehr als 1000 Kfz/Tag aufweisen. Diese „Einspeisungsstellen“ wurden aus dem Netz vor der Erstellung der Zerschneidungsgeometrie entfernt (vgl. Abbildung 7). Die Tunnelinformationen mussten aus dem ATKIS-Netz in das LIST-Netz übernommen werden.

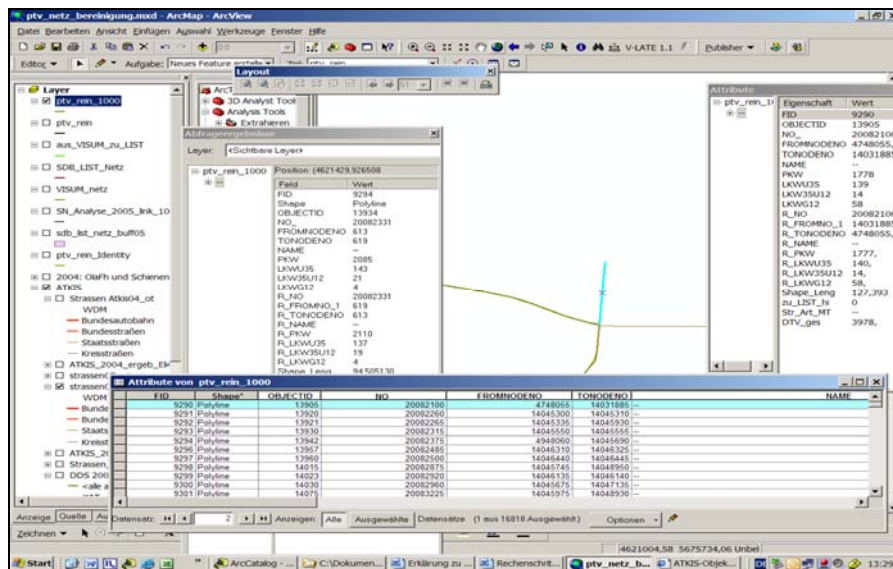


Abbildung 7: Bereinigung PTV-Straßennetz: Screenshot ArcGIS mit Einspeisungsstellen (türkis)

Zusammenführen der Zerschneidungselemente zur Zerschneidungsgeometrie

Bei der Erstellung der eigentlichen Zerschneidungsgeometrien (ZG) ist eine Arbeit im Coverageformat empfehlenswert. Daher wird neben dem Programm ArcGIS Desktop auch ArcInfo Workstation verwendet. Nach der Selektion aller in die jeweilige ZG eingehenden Zerschneidungselemente (ATKIS-Objekte, Lärmkorridore bzw. modifizierte LIST-Straßen mit einem DTV > 1000), werden diese in ArcInfo zusammengeführt. Die wichtigsten Arbeitsschritte in ArcInfo sind hierbei:

- Append aller linien- und flächenhaften Zerschneidungselemente einer ZG (Straßen, Schienen, Ortslagen/Flughäfen)
- Clean der durch Append erhaltenen Datensätze ⇒ Polygoncoverages entstehen
- Union der durch Clean erstellten Polygoncoverages mit den ursprünglich Ortslagen/Flughäfen, um diese im Datensatz zu identifizieren

Die weiteren Arbeitsabfolgen und Korrekturen an den zusammengeführten ZG werden in ArcMap vorgenommen. Die Ortslagen/Flughäfen werden selektiert und aus den ZG entfernt. Anschließend wird die Flächengröße aller übrig gebliebenen Flächen berechnet. Diese Flächen repräsentieren die UZVR aller Größenkategorien. Abschließend werden alle UZVR > 40 km² einer Kontrolle unterzogen.

Für die sich anschließende Ermittlung der effektiven Maschenweite wird die von LANG ET AL. (2008) entwickelte **ArcGIS-Extension „meff -Tool“** genutzt [<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20280/>].

3 Ergebnisse zur Landschaftszerschneidung in Sachsen

3.1 Berechnungsergebnisse für den Gesamtraum

Nachfolgende Tabelle 6 gibt die Berechnungsergebnisse zur Landschaftszerschneidung Sachsens wieder. Berechnet wurden die Zerschneidungsgeometrien der drei ATKIS-Zeitschnitte ohne Berücksichtigung von Verkehrswerten sowie der Zeitschnitt 2004, unter Berücksichtigung von Verkehrswerten nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10. Zusätzlich wurde eine Berechnung unter Einbezug der sächsischen Lärmkartierung (2004) durchgeführt. Die Abbildungen 8 bis 12 zeigen Größe und Verbreitung der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume Sachsens.

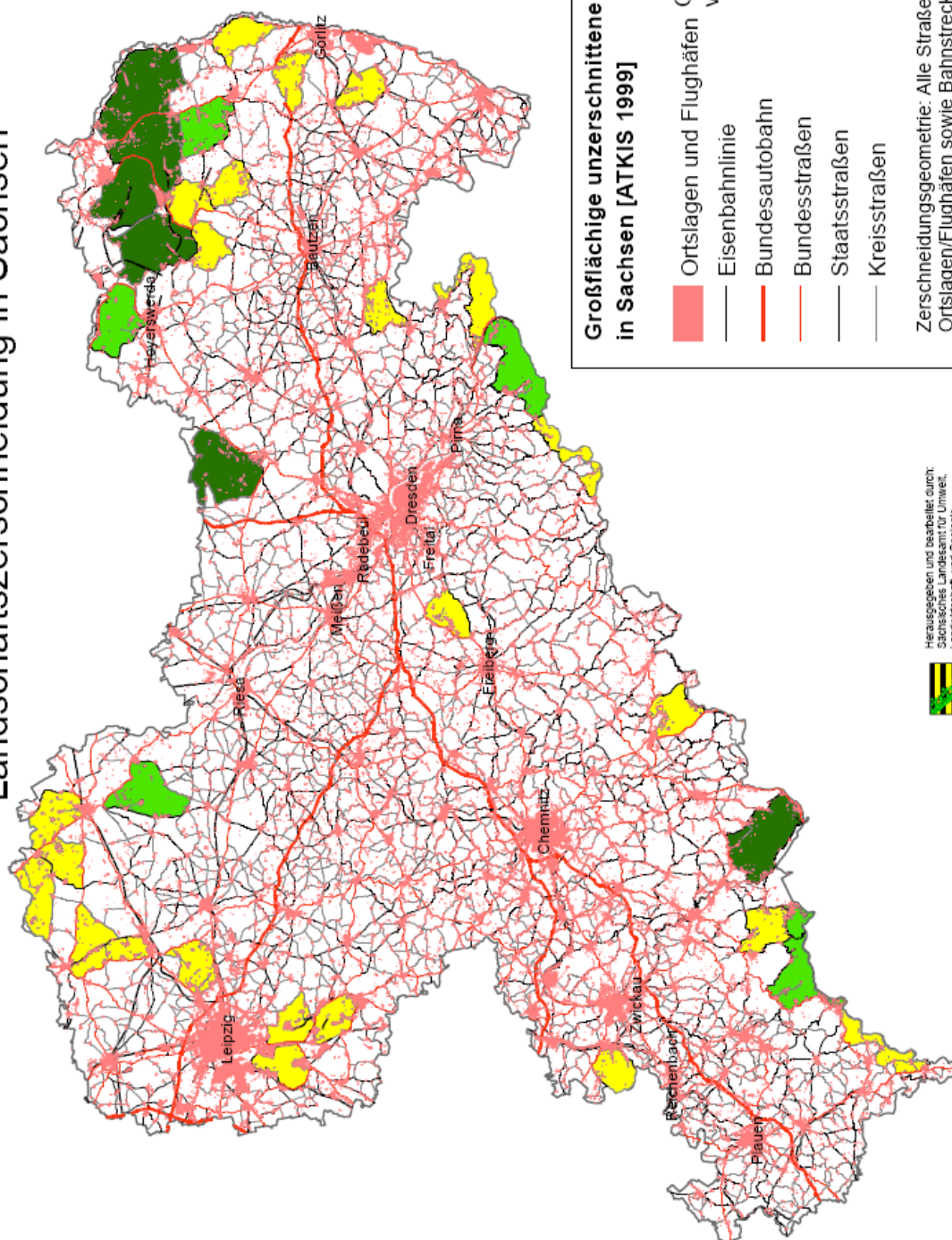
Tabelle 6: Berechnungsergebnisse Landschaftszerschneidung Sachsens

Zerschneidungsgeometrie	Effektive Maschenweite (m _{eff}) [km ²]	Zahl der Flächen insgesamt	Größe der größten Fläche [km ²]	Anzahl UZVR 40-70 [km ²]	Anzahl UZVR 70-100 [km ²]	UZVR >100 km ²	
						Anzahl	Anteil an der Landesfläche ¹¹ [%]
ATKIS DLM 1999	19,19	4386	150,7	23	5	6	3,8
ATKIS DLM 2004	18,75	4722	151,4 ¹²	19	5	6	3,8
ATKIS DLM 2007	18,58	4655	151,1	18	5	6	3,8
Nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 (ATKIS DLM 2004, LISt-Netz 2005 mit DTV > 1000)	33,64	5178	287,7	57	10	9	7,03
Wirkkorridore (Lärmkartierungsdaten nach VBUS, ATKIS DLM 2004)	2,61	22.756	69,63	3	0	0	0

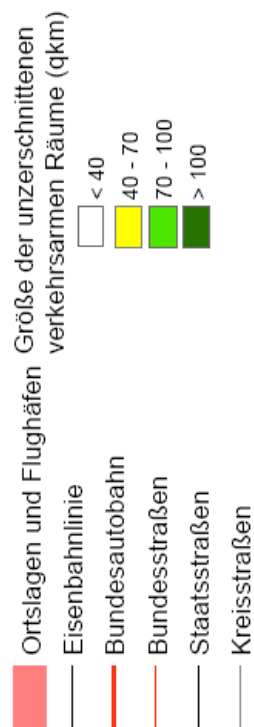
¹¹ 18.454, 94 km²

¹² Es handelt sich bei der größten Fläche um eine Fläche der Muskauer Heide - dieselbe Fläche wie 1999 und 2007. Die Größenveränderung von 1999 zu 2004 tritt durch geringfügige Umwandlungen auf dem Truppenübungsplatz auf. Fläche besonderer funktionaler Nutzung (Rollfeld?) wurde in Heide überführt.

Landschaftszerschneidung in Sachsen



Großflächige unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen [ATKIS 1999]



Zerschneidungsgeometrie: Alle Straßen ab der Kategorie Kreisstraße, Ortslagen/Flughäfen sowie Bahnstrecken (nur zweigleisig) aus dem ATKIS DLM (Stand März 1999, 1. Ausbaustufe, teilweise ergänzt durch Informationen des LIST-Netzes 2000 sowie des ATKIS DLM 2004).

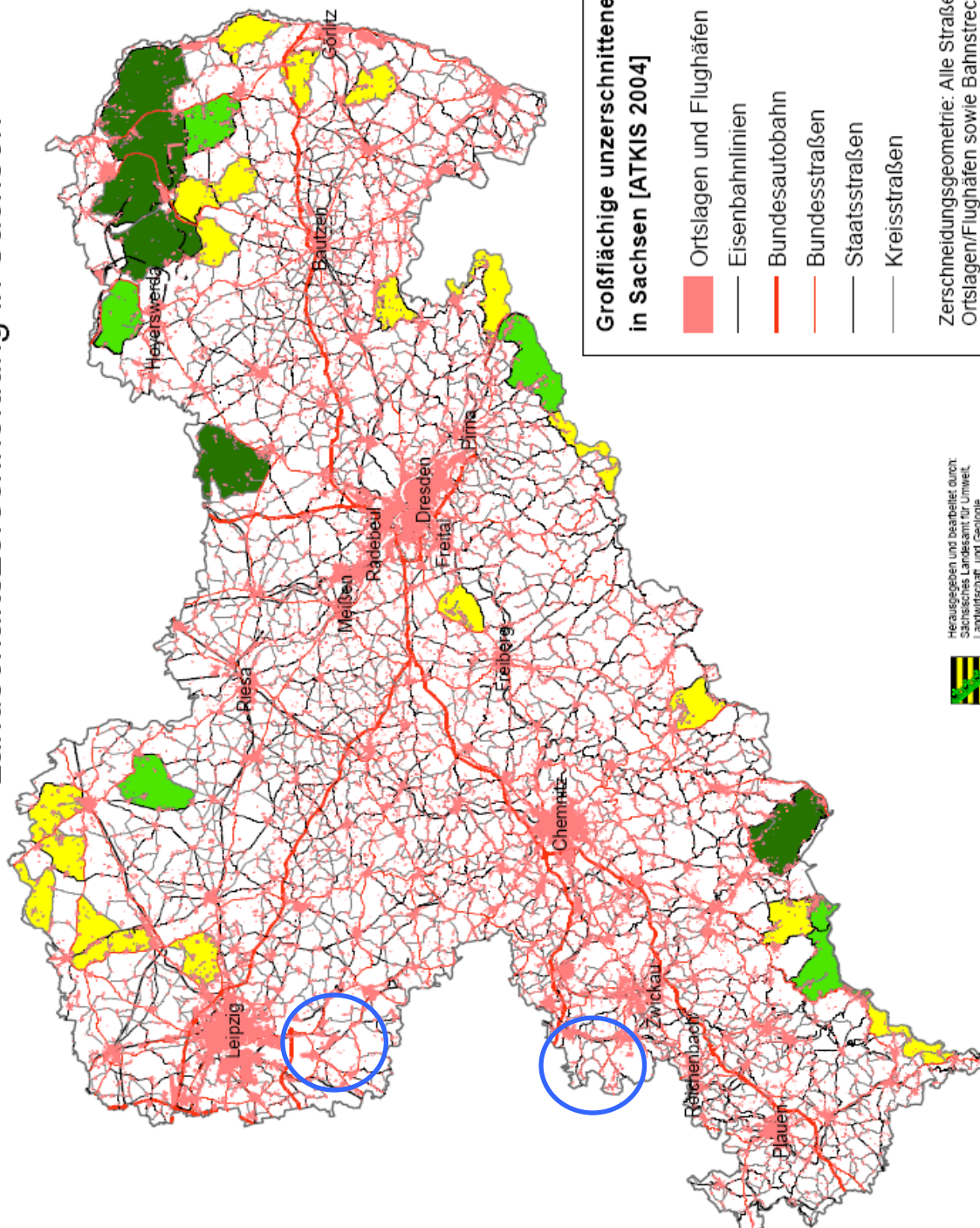


Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat 61

Bearbeitungsstand: 10/2008
Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 1999), Änderungen und
thematische Ergänzungen durch den Herausgeber.
Geobasisdaten: © 2008, Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen
Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 8: Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTV-Werten (1999)

Landschaftszerschneidung in Sachsen



Großflächige unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen [ATKIS 2004]

- Ortslagen und Flughäfen
 - Eisenbahnlinien
 - Bundesautobahn
 - Bundesstraßen
 - Staatsstraßen
 - Kreisstraßen
- Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume (qkm)
- < 40
 - 40 - 70
 - 70 - 100
 - > 100

Zerschneidungsgeometrie: Alle Straßen ab der Kategorie Kreisstraße, Ortslagen/Flughäfen sowie Bahnstrecken (zweigleisig bzw. eingleisig und elektrifiziert) aus dem ATKIS DLM (Stand 2004), Tunnel ab einer Länge von 1000 m wurden berücksichtigt.

Keine Berücksichtigung von DTM-Werten.

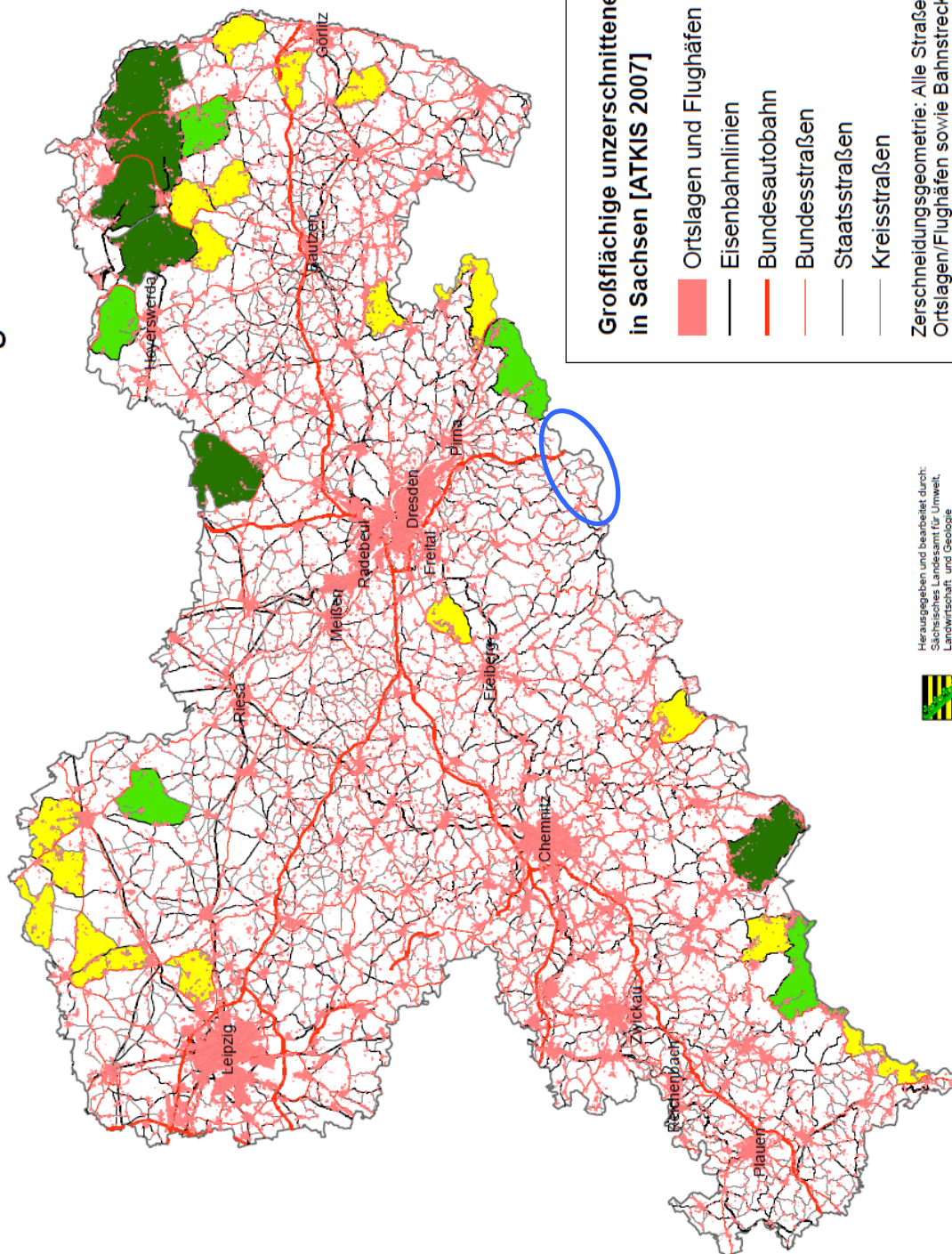


Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat 61

Bearbeitungsstand: 10/2008
Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 2004), Änderungen und
thematische Ergänzungen durch den Herausgeber.
Geobasisdaten: © 2006, Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen
Jede weitere Veröffentlichung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 9: Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTM-Werten (2004)

Landschaftszerschneidung in Sachsen



Großflächige unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen [ATKIS 2007]

- Ortslagen und Flughäfen
 - Eisenbahnlinien
 - Bundesautobahn
 - Bundesstraßen
 - Staatsstraßen
 - Kreisstraßen
- Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume (qkm)
- < 40
 - 40 - 70
 - 70 - 100
 - > 100

Zerschneidungsgeometrie: Alle Straßen ab der Kategorie Kreisstraße, Ortslagen/Flughäfen sowie Bahnstrecken (zweigleisig bzw. eingleisig und elektrifiziert) aus dem ATKIS DLM (Stand 2007), Tunnel ab einer Länge von 1000 m wurden berücksichtigt.

Keine Berücksichtigung von DTV-Werten.



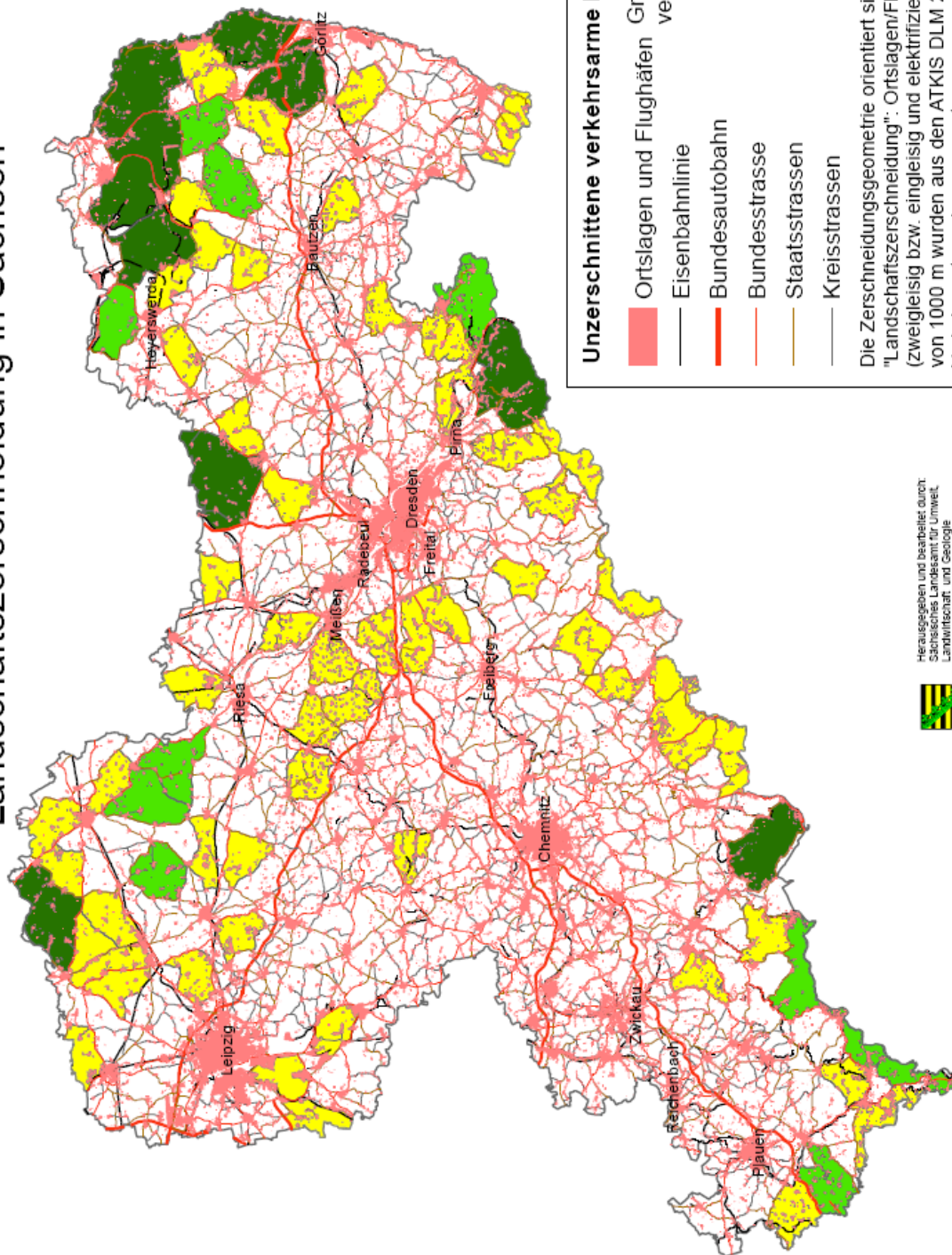
Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat

Bearbeitungsstand: 10/2008

Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 2007), Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber.
Geobasisdaten: © 2008, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 10: Landschaftszerschneidung Sachsens ohne Berücksichtigung von DTV-Werten (2007)

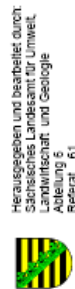
Landschaftszerschneidung in Sachsen



Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen

Ortslagen und Flughäfen	Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume [qkm]
— Eisenbahnlinie	< 40
— Bundesautobahn	40 - 70
— Bundesstrasse	70 - 100
— Staatsstrassen	> 100
— Kreisstrassen	

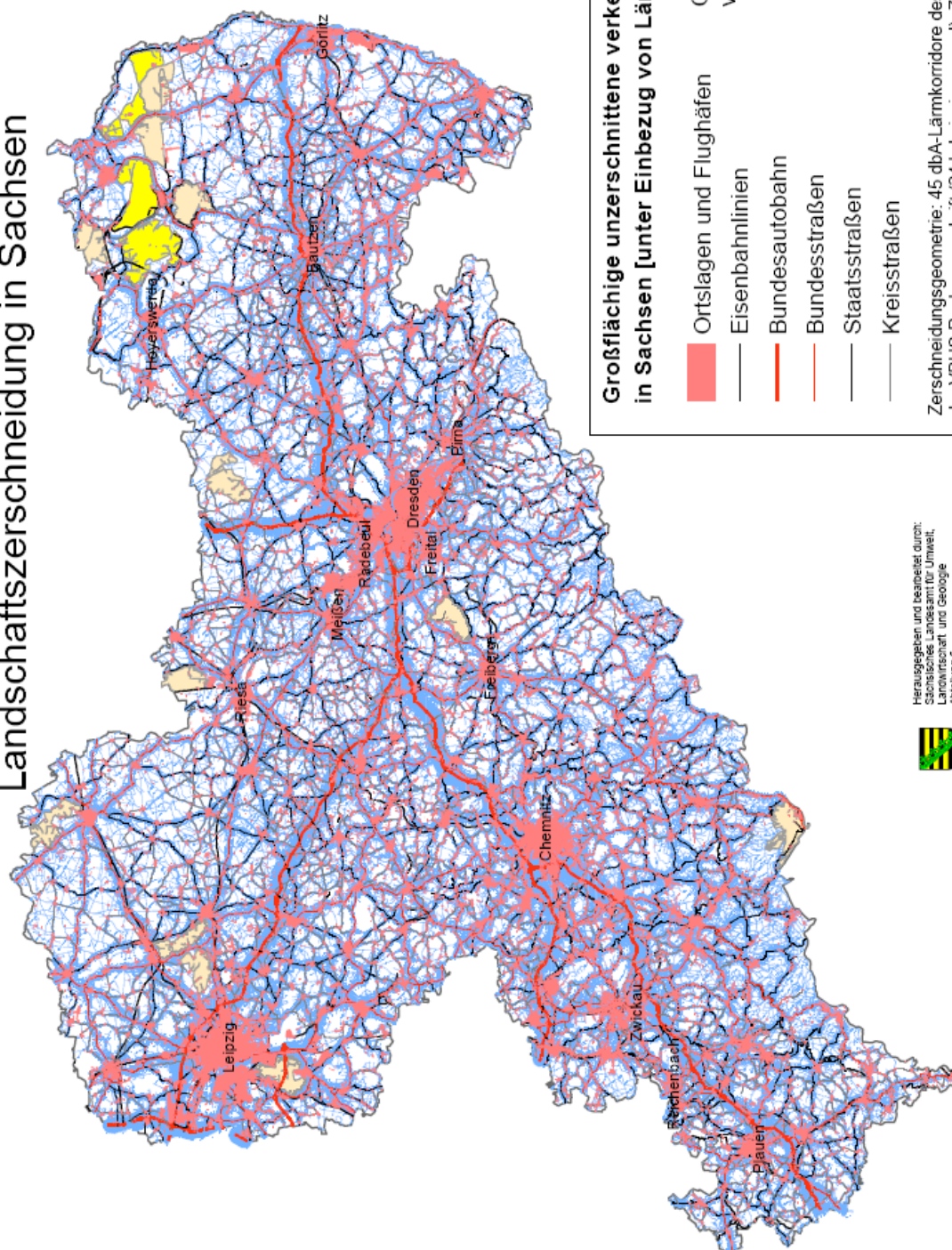
Die Zerschneidungsgeometrie orientiert sich am LIKI-/UMK-Indikator Nr. 10 "Landschaftszerschneidung": Ortslagen/Flughäfen sowie Bahnstrecken (zweigleisig bzw. eingeleisig und elektrifiziert) und Tunnel ab einer Länge von 1000 m wurden aus den ATKIS DLM 25 (Stand 2004) entnommen. Verkehrsnetz und -mengen stammen aus dem "Verkehrsmodell Sachsen Analyse 2005". Es gingen nur Straßen mit einer Verkehrsmenge > 1000 Kfz in die Berechnungen ein.



Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat 61
Bearbeitungsstand: 10/2008
Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 2004) sowie Geometrie
und Verkehrsdaten des Verkehrsmodells Sachsen Analyse 2005.
Änderungen und Ergänzungen durch den Herausgeber:
Geometrie: © 2008, Staatsbetrieb Geodäsie und Vermessung
und Vermessung Sachsen
Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 11: Landschaftszerschneidung Sachsens nach LIKI/UMK Indikator Nr. 10 (2004), Berücksichtigung von DTV-Werten

Landschaftszerschneidung in Sachsen



Großflächige unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen [unter Einbezug von Lärmkorridoren]

- Ortslagen und Flughäfen
 - Eisenbahnlinien
 - Bundesautobahn
 - Bundesstraßen
 - Staatsstraßen
 - Kreisstraßen
- Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume (qkm)
- < 20
 - 20 - 40
 - 40 - 70
 - Lärmkorridore

Zerschneidungsgeometrie: 45 dbA-Lärmkorridore des sächsischen Hauptstraßennetzes nach der VBUS-Rechenvorschrift (24 h-Immissionspegel). Zugrundeliegende Geometrie für die VBUS-Berechnung: DDS-Sträßennetz (Stand 2001) mit DTV-Werte des VIS (2004/5). Weiterhin abgebildet: Ortslagen, Flughäfen, Bahnstrecken (zweigleisig bzw. eingleisig und elektrifiziert) sowie Straßen ab der Kategorie Kreisstraße des ATKIS DLM (Stand 2004).

0 12,5 25 50 75 Kilometer

Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat 61

Bearbeitungsstand: 10/2008

Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 2004) sowie Lärmkorridore für das sächsische Hauptstraßennetz, berechnet nach VBUS (24h-Werte, aus dem Projekt "Analyse der Straßenverkehrsraumbelastung in Sachsen", Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber.

Geobasisdaten: © 2008, Staatstheater Geobasisinformation und Vermessung Sachsen

Jede weitere Veröffentlichung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 12: Landschaftszerschneidung Sachsens unter Berücksichtigung von 45 db(A)-Lärmkorridoren

3.1.1 Ergebnisse für die ATKIS-Zeitschnitte 1999, 2004, 2007

Große, unzerschnittene Gebiete finden sich vor allem in den Grenzgebieten Sachsens, im Bereich der Mittelgebirge und der Heiden. Die sechs UZVR > 100 km² befinden sich in folgenden Bereichen:

- Muskauer Heide (Ostteil sowie Nordteil Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet)
- Bergbaufolgelandschaft der Oberlausitz (Oberlausitzer Bergbaurevier)
- Königsbrück-Ruhlander Heide
- Oberes Westerzgebirge (zwischen Schwarzenberg und Oberwiesenthal)

Der Vergleich der ATKIS- Zeitschnitte 1999 / 2004 / 2007 zeigt eine leichte Zunahme der Landschaftszerschneidung Sachsens von 1999 bis 2007. Die effektive Maschenweite und die Anzahl der UZVR 40-70 km² nehmen ab. Die Anzahl der UZVR > 100 km² und ihr Anteil an der Landesfläche bleiben dagegen konstant, ebenso wie die Anzahl der UZVR 70-100 km².

In der Bergbaufolgelandschaft südlich von Leipzig und westlich des Verdichtungsraumes Zwickau gingen von 1999 nach 2004 insgesamt vier UZVR 40-70 km² verloren, südlich von Leipzig durch den Bau der A38 und westlich von Zwickau durch Siedlungserweiterung. Im Osterzgebirge ging von 2004 nach 2007 ein UZVR 40-70 km² durch den Bau der A17 verloren.

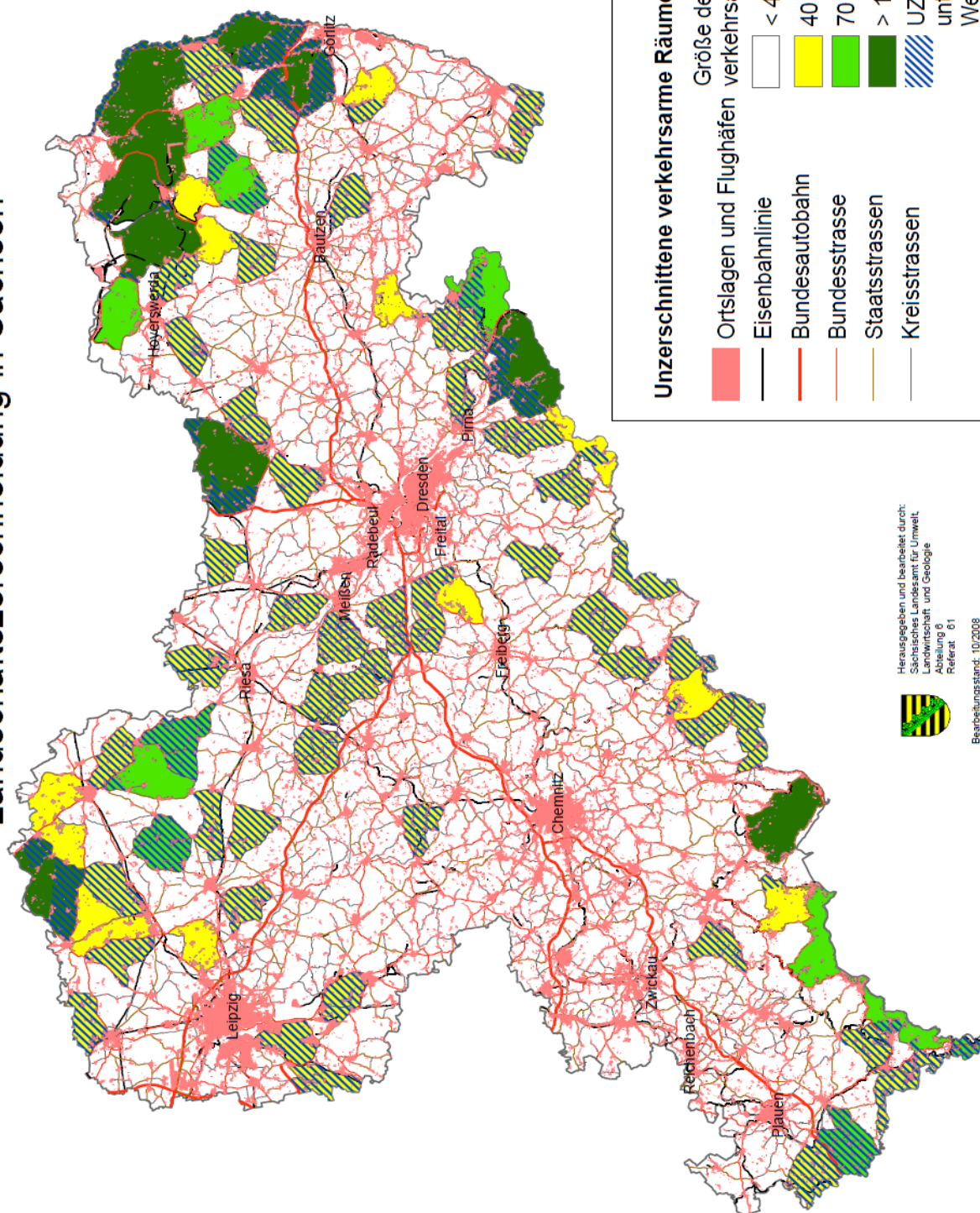
3.1.2 Ergebnisse für die Berechnung nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10

Die Berechnung der Zerschneidung unter Nutzung der DTV-Werte mit dem Kriterium: „Nur Straßen mit DTV > 1000 KfZ gehen in die Zerschneidungsgeometrie ein“, zeigt ein deutlich anderes Bild der Landschaftszerschneidung (Abbildung 11). Es treten wesentlich mehr und größere UZVR auf. Bereiche im ländlichen Raum, die zwar durch das Straßennetz zerschnitten sind, jedoch nur geringe Verkehrsmengen aufweisen – wie beispielsweise das mittelsächsische Lösshügelland – treten nun als UZVR hervor. Weitere UZVR kommen in der Großenhainer Pflege, im westlichen Vogtland, im Erzgebirge, im Elbsandsteingebirge sowie im Zittauer Gebirge hinzu (Abbildung 13). Die Berücksichtigung der DTV-Werte in der Zerschneidungsgeometrie führt zu:

- einer annähernden Verdopplung der effektiven Maschenweite,
- einem deutlich größeren „Größten UZVR“,
- einer Verdopplung der UZVR 70-100 km²,
- deutlich mehr UZVR in den Kategorien 40-70 und > 100 km²,
- einer Verdoppelung des Flächenanteils der UZVR > 100 km² an der Landesfläche.

Die UZVR häufen sich in den peripheren Regionen an der Landesgrenze. Schwerpunkte bilden Nordostsachsen von der Muskauer Heide im Osten bis zur Königsbrück-Ruhlander Heide, die Düben-Dahleener Heide und angrenzende Gebiete und die sächsischen Mittelgebirge vom Vogtland bis zum Zittauer Gebirge.

Landschaftszerschneidung in Sachsen



Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen

Größe der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume [qkm]

< 40

40 - 70

70 - 100

> 100

UZVR > 40 qkm, die unter Einbezug von DTV-Werten hinzukommen

Ortslagen und Flughäfen

Eisenbahnlinie

Bundesautobahn

Bundesstrasse

Staatsstrassen

Kreisstrassen

0 12,5 25 50 75 Kilometer



Herausgegeben und bearbeitet durch:
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 6
Referat 61

Bearbeitungsstand: 10/2008
Datengrundlage: ATKIS DLM 25 (Stand 2004) sowie Geometrie
und Vektordaten des "Verkehrsmodells Sachsen Analyse 2005".
Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber.
Geobasisdaten: © 2008, Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen
Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Herausgebers.

Abbildung 13: Darstellung der UZVR > 40 km² (schraffiert), die bei Beachtung der DTV-Werte in der Zerschneidungsgeometrie hinzukommen. Es gehen nur Straßen mit DTV > 1000 Kfz ein.

3.2 Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit älteren Berechnungen

3.2.1 Landesentwicklungsplan 2003

Für den LEP 2003 wurden durch das LfUG 2001 bereits Berechnungen zur Landschaftszerschneidung Sachsens durchgeführt. Diese basierten jedoch nicht auf dem LIKI-/UMK Indikator Nr. 10. Als Geometrie- und Verkehrsdatenbasis dienten ATKIS-Daten, das DDS-Straßennetz (Stand 2001) und Verkehrsdaten des VIS¹³ (Stand 2001). Es wurden sogenannte USR (unzerschnittene störungsarme Räume) ermittelt, indem die Zerschneidungsgeometrien durch Wirkkorridore folgender Breite gepuffert wurden:

Objekt	Objektkriterien	Puffer [m]
Straßen (Kfz/24h = DTV)	> 40.000	500
	20 – 40.000	300
	10 – 20.000	150
	2 – 10.000	100
	< 2000	50
Bahn		100
Siedlungen	< 99 ha	200
	100 – 999 ha	500
	> 1.000 ha	1000

Die Abbildung 14 zeigt die vom LfUG 2001 ermittelte Landschaftszerschneidung (USR). Es ergaben sich folgende Werte:

- Effektive Maschenweite: 16,7 km²
- Zahl der Flächen insgesamt: 2795
- Größe der größten Fläche: 143 km²
- Anzahl der UZVR 40 - 70 km²: 19
- Anzahl der UZVR 70 - 100 km²: 10
- Anzahl der UZVR > 100 km²: 4
- Anteil der UZVR > 100 km² an der Landesfläche: 2,7 %

Der Vergleich von Abbildung 8 und Abbildung 9 (UZVR, ATKIS-Zeitschnitte 1999 bzw. 2004) mit Abbildung 14 und der oben genannten Kennzahlen mit denen in Tabelle 6 zeigt, dass die Berechnungen zu ähnlichen Ergebnissen führen. Die unzerschnittenen Räume häufen sich auch nach der Berechnung des LfUG 2001 in den peripheren Regionen an der Landesgrenze. Ein tiefer gehender Vergleich ist aufgrund der stark veränderten Methodik nicht sinnvoll.

¹³ Verkehr in Sachsen (Datenbank des LfULG)

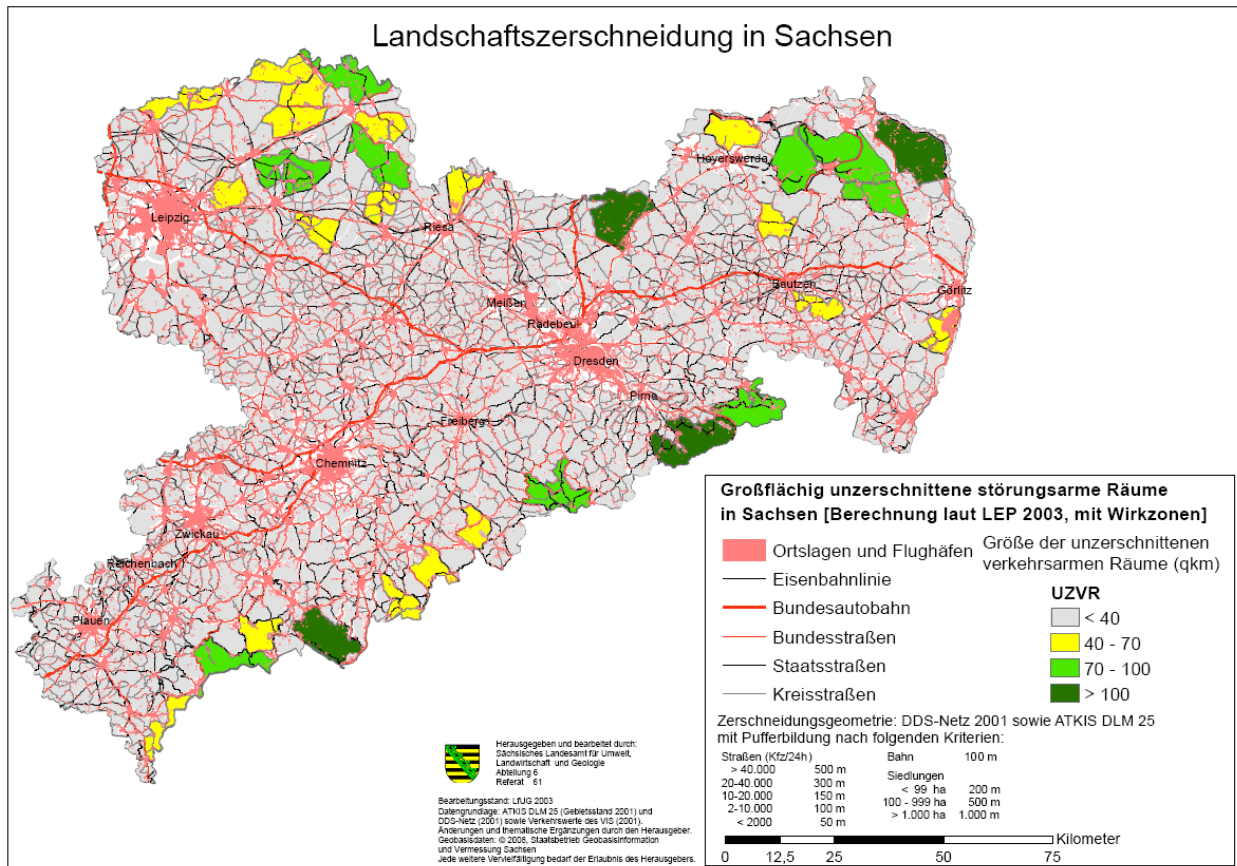


Abbildung 14: USR im LEP 2003 (LfUG 2001, verändert)

3.2.2 Bundesamt für Naturschutz 2000

Berechnungen des BfN mit Verkehrswerten aus dem Jahr 2000 (BfN 2008) ergaben folgende Werte für Sachsen:

- $m_{\text{eff}} = 69,93$
- $\text{UZVR} > 100 \text{ km}^2 = 22$
- Anteil an der Landesfläche = 22,68 %

Auch nach den Berechnungen des BfN häufen sich die UZVR in den peripheren Regionen an der Landesgrenze (Abbildung 15). Allerdings ergaben die Berechnungen des BfN für Sachsen eine sehr viel höhere Anzahl an UZVR und eine deutlich größere effektive Maschenweite. Der Grund dafür ist, dass vom BfN andere DTV-Werte für die Berechnung genutzt wurden, wobei die Kreisstraßen wegen fehlender Daten nicht berücksichtigt werden konnten. Zudem verwendete das BfN das ATKIS DLM 250 und nicht das ATKIS DLM 25, wodurch Ortslagen erst ab einer Größe von 93 ha in die Berechnung eingingen.

Ein vorbehaltloser direkter Vergleich der effektiven Maschenweite (und der UZVR) Sachsens mit den Werten der anderen Bundesländer ist nur bedingt möglich. Einerseits nutzen noch nicht alle Länder den LIKI-/UMK Indikator Nr. 10, andererseits gibt es trotz des einheitlichen Methodenstandards größere Unterschiede bei der Berechnung. Das Hauptproblem ist die Verfügbarkeit von Verkehrswerten, die wenn vorhanden, dann oftmals auf verschiedene Weise und in unterschiedlicher Qualität ermittelt werden. Die vom BfN für die Bundesländer berechneten Zerschneidungswerte weichen zudem von den Werten, die durch die Länder selbst ermittelt wurden ab, da UZVR und Maschenweite vom BfN über die Bundesländergrenzen hinweg ermittelt werden. Die Berechnungen der Länder enden hingegen immer an der jeweiligen Ländergrenze „Ausschneideverfahren“.

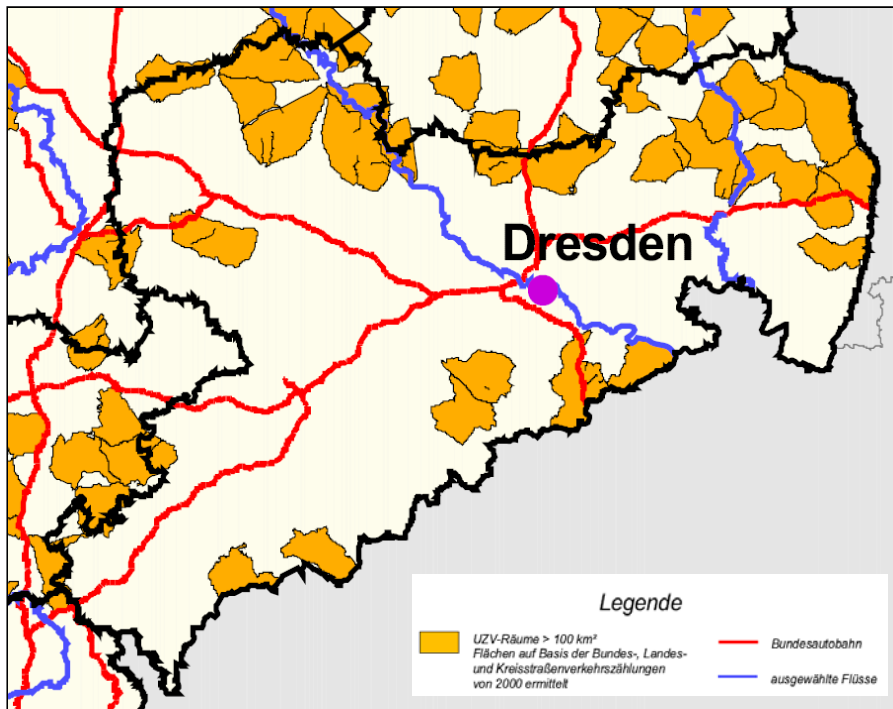


Abbildung 15: Unzerschnittene verkehrsarme Räume in Sachsen, Quelle: BfN 2006

3.2.3 Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) 2000

Die grenzüberschreitenden Analysen des Leibniz-Institutes für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR 2005/2006) ergaben für das Analysejahr 2000 folgende Werte¹⁴:

- $m_{\text{eff}} = 47 \text{ km}^2$ (unter Einbezug des überörtlichen Verkehrsnetzes, mit Gesamtverkehrsnetz ergeben sich: $16,7 \text{ km}^2$)
- $\text{UZVR} > 100 \text{ km}^2 = 22$ (für das gesamte grenzüberschreitende Untersuchungsgebiet, nur in Sachsen allein liegen davon 19)
- Anteil an der $\text{UZVR} > 100 \text{ km}^2$ an der Landesfläche = 15 %

Die Analysen des IÖR bezogen keine Verkehrswerte ein. Als Verkehrsnetz gingen auf deutscher Seite nicht die ATKIS DLM 25 Daten ein, sondern überörtliche Straßen aus den Infas-Geodaten (Bonn, Stand 1999) und Gemeindestraßen aus der CIR-Biotop- und Landnutzungskartierung des Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (1993). Die Informationen des Schienennetzes entstammen der DB Netz AG Frankfurt/Main (2004). Sonstige betriebene Bahnstrecken wurden durch Internet-Recherchen ermittelt und auf der Basis der Topographischen Karte 1:25.000 ergänzt.

Auch nach den Berechnungen des IÖR häufen sich die UZVR in den peripheren Regionen an der Landesgrenze (vgl. Abbildung 16). Die grenzüberschreitende Betrachtung und der Verzicht auf Verkehrswerte führt zu einer sehr viel höheren Anzahl an UZVR, einem doppelt so großen Anteil der $\text{UZVR} > 100 \text{ km}^2$ an der Landesfläche sowie zu einer größeren effektiven Maschenweite.

¹⁴ http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_uzf/index.html [2008]

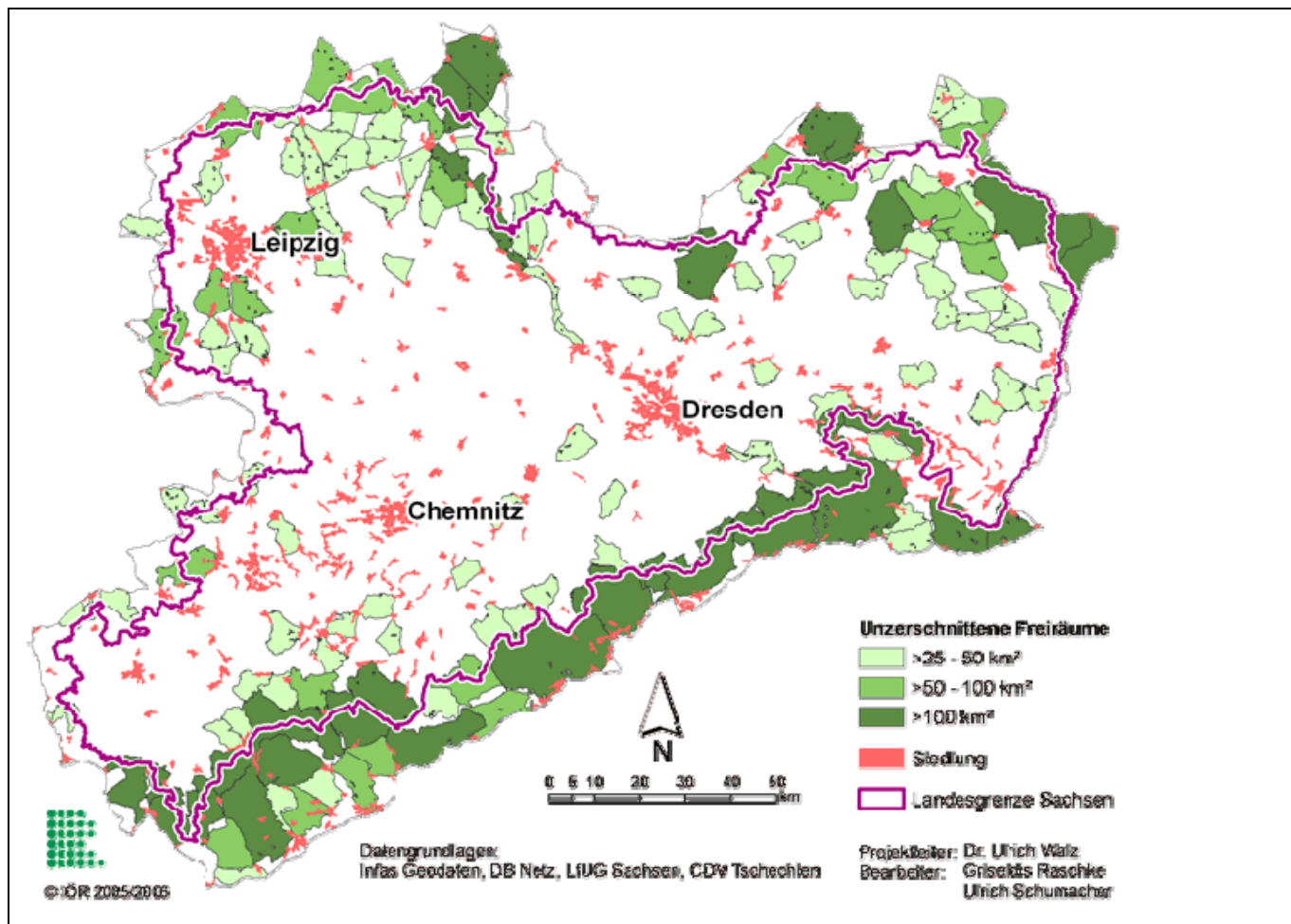


Abbildung 16: Unzerschnittene Freiräume nach Berechnungen des IÖR, grenzüberschreitende Betrachtung bis zur Kategorie der Kreisstraßen ohne Einbezug von DTV, Quelle: http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_uzf/uzf_2000.html [2008]

3.2.4 Ergebnisse unter Berücksichtigung von Lärmkorridoren

Werden Lärmkorridore beiderseits der Straßen bis zur Ausbreitungsschwelle von 45 db(A) in die Zerschneidungsgeometrie einbezogen, verringern sich Größe und Anzahl der UZVR erheblich (Abbildung 12). Es gibt keine UZVR > 100 km² mehr. Die größte unzerschnittene Fläche erreicht einen Wert von ca. 70 km² (Bergbaufolgelandschaft der Oberlausitz). Die größten UZVR konzentrieren sich wieder im Bereich Muskauer Heide und Bergbaufolgelandschaft der Oberlausitz. Lärmarme Bereiche mit weniger als 45 db(A) Lärmbelastung nehmen 46 % der sächsischen Landesfläche ein.

3.3 Effektive Maschenweite (m_{eff}) für Planungsräume und Landkreise

3.3.1 Effektive Maschenweite (m_{eff}) für die 30 Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm

Die effektive Maschenweite wurde für die 30 Planungsräume (Abbildung 17) des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm berechnet (Tabelle 7). Sechs der 30 Planungsräume zerfallen in zwei bis vier Teilräume. Da diese räumlich nicht zusammenhängen, wurde die Maschenweite für diese Teilräume jeweils getrennt berechnet. Die effektive Maschenweite nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 ist in Abbildung 18 dargestellt.

Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm in Sachsen

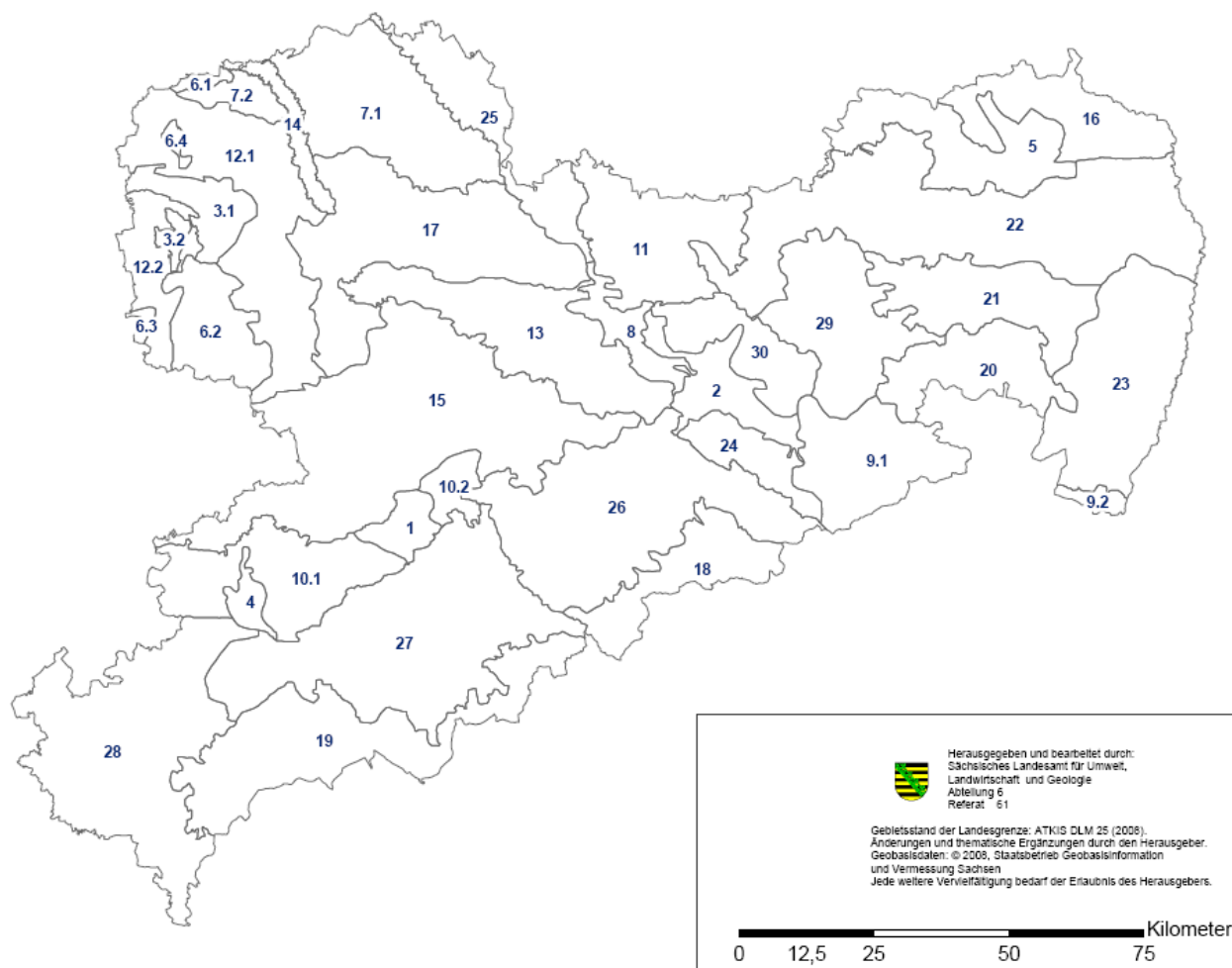


Abbildung 17: Übersicht über die Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm in Sachsen

Tabelle 7: Effektive Maschenweite in den Planungsräumen des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm

Planungsraum Name	m_{eff} ATKIS DLM 1999	m_{eff} ATKIS DLM 2004	m_{eff} ATKIS DLM 2007	m_{eff} DTV 1000 (LIK)	m_{eff} Lärm- korridore
3.2 Ballungsraum Leipzig, SW-Teil	0,47	0,23	0,23	0,23	0,03
4 Ballungsraum Zwickau	0,64	0,57	0,56	0,55	0,01
1 Ballungsraum Chemnitz	1,10	0,77	0,78	0,77	0,02
3.1 Ballungsraum Leipzig, O-Teil	2,61	1,07	0,81	1,11	0,06
2 Ballungsraum Dresdner Elbtalweitung	1,31	0,73	0,68	1,38	0,02
10.2 Erzgebirgsbecken	3,90	3,83	3,99	5,99	0,27
8 Elbe-Durchbruchstal um Meißen und Randlagen	6,56	5,38	5,29	7,29	0,52
12.2 Leipziger Land und Elsteraue	5,98	5,3	5,27	8,69	1,18

24	Östliches Erzgebirgsvorland	4,94	4,33	4,13	9,19	1
21	Oberlausitzer Gefilde	4,33	4,11	3,85	11,19	0,48
10.1	Erzgebirgsbecken	9,83	9,21	9,16	11,51	0,79
27	Unteres und Mittleres Westerzgebirge	10,05	9,44	9,51	11,77	0,93
30	Westlausitzer Platte und Südwestlausitzer Hügelland	11,1	10,24	9,89	12,32	3,1
6.4	Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Landes	12,22	12,75	12,63	12,75	6,69
12.1	Leipziger Land und Elsteraue	9,68	9,74	9,86	13,93	1,7
29	Westlausitzer Hügel- und Bergland	8,1	8,39	8,33	13,95	1,29
15	Mulde-Löshügelland und angrenzende Teile des Altenburger-Zeitzer Lösshügellandes	8,26	8,41	8,65	14,29	0,79
20	Oberlausitzer Bergland	13,11	13,04	13,28	15,67	2,15
6.3	Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Landes	15,87	16,9	16,28	17,05	3,79
7.2	Düben-Dahlener Heide	9,97	10,24	10,31	17,91	1,31
26	Unteres und Mittleres Osterzgebirge	13,04	13,3	11,63	19,41	2,27
17	Nordsächsisches Platten- und Hügelland	8,48	9,43	9,26	20,22	1,37
28	Vogtland	8,12	7,76	7,50	22,76	1
6.1	Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Landes	22,65	22,7	22,81	23,02	9,66
18	Oberes Osterzgebirge	12,43	12,71	13,59	23,88	1,33
6.2	Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Landes	21,63	17,03	16,15	23,93	5,45
11	Großenhainer Pflege	9,62	9,73	9,91	24,1	1,19
23	Östliche Oberlausitz	13,53	13,52	13,92	27,12	1,61
13	Mittelsächsisches Lösshügelland	6,84	6,79	6,76	27,22	0,58
14	Mittlere Mulde	25,73	25,44	25,11	27,67	7,45
25	Riesa-Torgauer Elbtal mit Annaburger Heide und Gohrischheide	25,01	24,65	23,96	32,33	6,03
9.2	Zittauer Gebirge	6,88	6,94	6,10	33,85	1,53
19	Oberes Westerzgebirge	37,37	37,45	37,95	42,22	2,19
5	Bergbaufolgelandschaft der Oberlausitz	43,65	43,04	43,56	46,58	15,14
22	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet und Königsbrück-Ruhlander Heiden	25,92	25,09	24,93	48,39	2,91
7.1	Düben-Dahlener Heide	33,39	29,71	29,26	55,13	1,66
16	Muskauer Heide und Muskauer Faltenbogen	49,33	50,13	50,18	60,74	12,84
9.1	Elbsandsteingebirge	33,95	33,8	33,48	74,3	2,36

Effektive Maschenweite für die Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramm in Sachsen

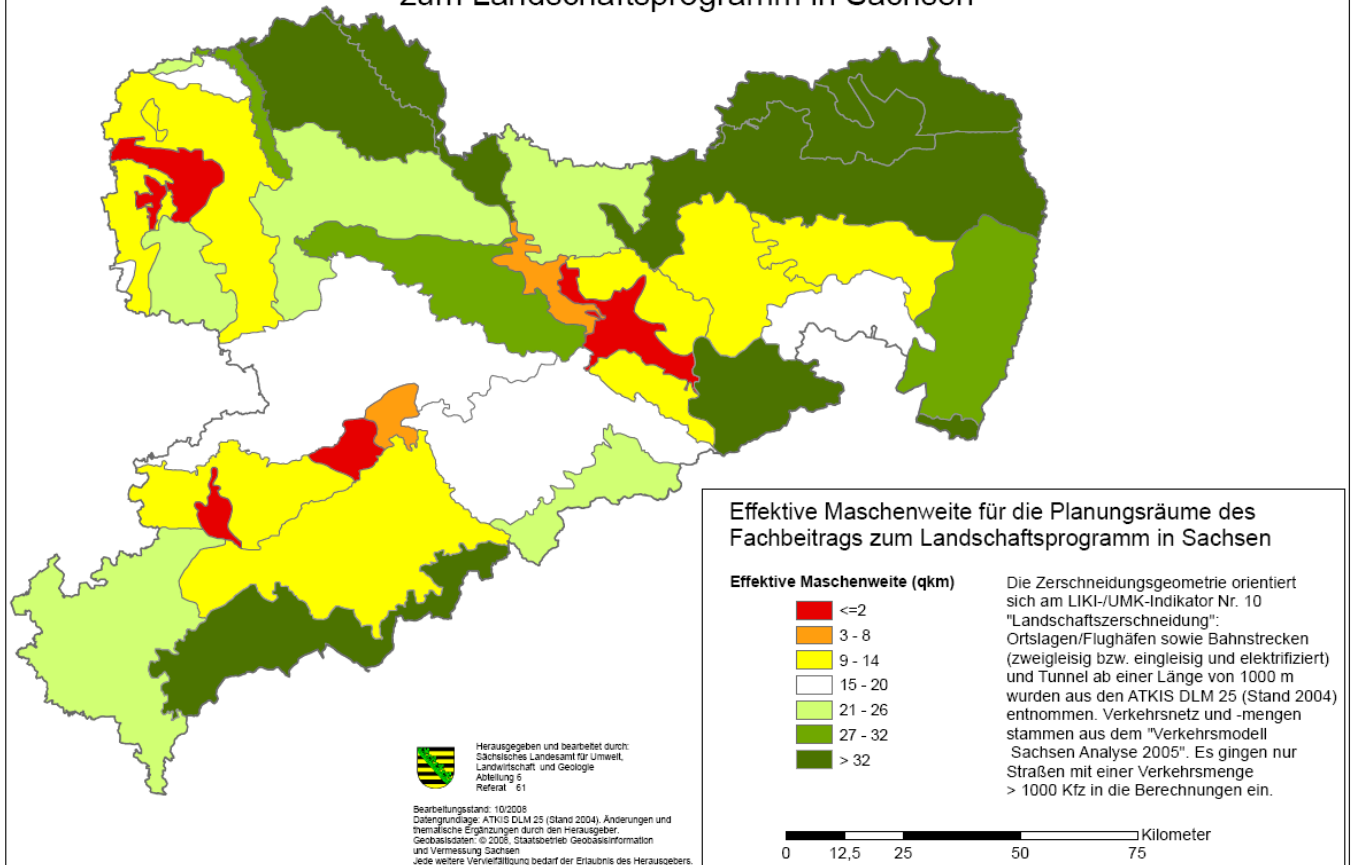


Abbildung 18: Darstellung der effektiven Maschenweite und der UZVR > 100 km² sowie der Nationalparks/Schutzgebiete für die Planungsräume Sachsens (Zerschneidungsgeometrie nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10, Berücksichtigung von DTV-Werten)

Die größten effektiven Maschenweiten werden im Bereich der Bergbaufolgelandschaft, der Mittelgebirge und Heidelandschaften erreicht, also in den Gebieten, in denen sich auch die größten UZVR befinden. Erwartungsgemäß weisen die Ballungsräume nur eine sehr geringe effektive Maschenweite auf.

Die Gegenüberstellung der Berechnung der effektiven Maschenweite nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 mit jener des ATKIS-Zeitschnitts 2004 zeigt, dass die Berücksichtigung der Verkehrsmengen beim LIKI-Verfahren z. T. deutlich höhere Werte für die effektive Maschenweite ergibt (Abbildung 19). Höhere Maschenweiten treten v. a. in den Regionen Elbsandsteingebirge, Düben-Dahleener Heide, Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet / Königsbrück-Ruhlander Heiden, Zittauer Gebirge und im Mittelsächsischen Lösshügelland auf. In diesen Räumen liegen zahlreiche Straßen mit einer Verkehrsbelegung unter 1000 Kfz/Tag, die entsprechend dem LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 nicht in die Zerschneidungsgeometrie einbezogen werden. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen und spiegelt die Lage der UZVR wieder, auf denen die Berechnung der Maschenweite basiert.

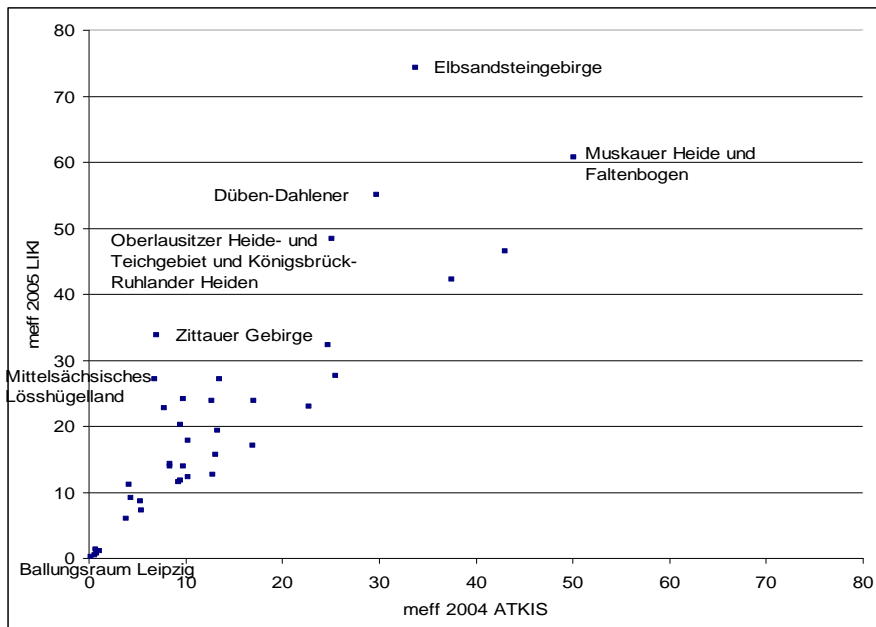


Abbildung 19: Vergleich der effektiven Maschenweite (km²) nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 mit jener auf Basis von ATKIS 2004 ohne DTV (für die Planungsräume des Fachbeitrags zum Landschaftsprogramms)

Der Vergleich der ATKIS-Zeitschnitte 1999 / 2004 (ohne Berücksichtigung von Verkehrsmengen) zeigt, dass erwartungsgemäß die Maschenweite in den Ballungsräumen, die ohnehin eine geringe effektive Maschenweite besitzen, stark abnimmt (Abbildung 20). Dies korreliert mit der allgemein beobachteten Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung in Sachsen. Die größte Zunahme von Siedlungsflächen war in den Räumen Leipzig, Dresden und Chemnitz zu beobachten. Vor allem im Nordraum Leipzig hat die versiegelte Fläche durch verschiedene Bauvorhaben stark zugenommen, was letztendlich zu einer Abnahme der effektiven Maschenweite in diesem Bereich um über 59 % führte. Außerhalb der Ballungsräume liegen zum Teil nur relativ geringe Veränderungen der effektiven Maschenweite vor. Im Mittel aller Planungsräume nimmt die Maschenweite von 1999 zu 2004 um 7 % ab. In einigen Planungsräumen ist, entgegen der Erwartungen, eine geringe prozentuale Zunahme der Maschenweite erkennbar. Dies betrifft vor allem das Nordsächsische Platten- und Hügelland und die Bergbaufolgelandschaft des Leipziger Landes. In der Bergbaufolgelandschaft erscheint dies durch Rückbau von Infrastrukturen plausibel. In den anderen Fällen ist die Ursache gegebenenfalls in Ungenauigkeiten der Zerschneidungsgeometrie (Straßennetz ATKIS 1999) zu suchen. Von 2004 zu 2007 treten in den ATKIS-Zeitschnitten keine großen Veränderungen der Maschenweiten auf. Die Abnahme beträgt im Mittel aller Planungsräume rund 2 %. Nur im Ballungsraum Leipzig („Ostteil“) sowie im Unteren / Mittleren Osterzgebirge und im Zittauer Gebirge hat die Maschenweite noch einmal enorm abgenommen (vgl. auch Tabelle 7).

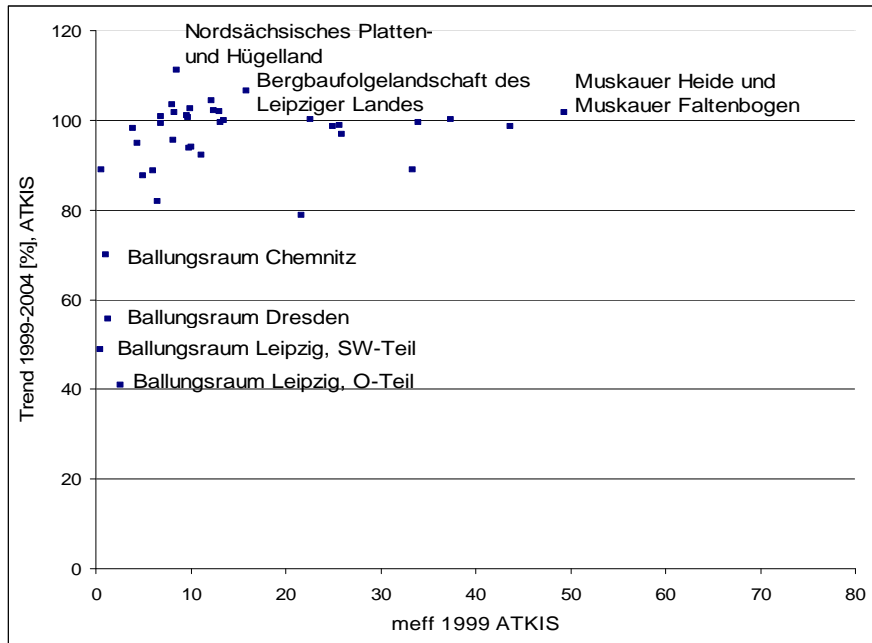


Abbildung 20: Entwicklung der effektiven Maschenweite von 1999 zu 2004 in Abhängigkeit vom Ausgangswert 1999 in den Planungsräumen des Fachbeitrages für das Landschaftsprogramm

3.3.2 Effektive Maschenweite (m_{eff}) für die 13 Landkreise Sachsens

In den kreisfreien Städten und – mit gewissem Abstand dazu – im Landkreis Zwickau treten erwartungsgemäß die geringsten effektiven Maschenweiten nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 auf (Abbildung 21, Tabelle 8). In den Landkreisen mit höheren Anteilen an peripheren Regionen mit großen UZVR finden sich dementsprechend die höchsten effektiven Maschenweiten. Dabei tritt der Landkreis Görlitz besonders hervor.

Der Vergleich der ATKIS-Zeitschnitte 1999 / 2004 offenbart: Wie schon bei den Planungsräumen zeigt die Entwicklung der effektiven Maschenweite – ermittelt ohne Berücksichtigung der Verkehrsbelegung – eine gewisse Abhängigkeit vom Ausgangswert. In den Städten Leipzig und Chemnitz mit der geringsten effektiven Maschenweite ist eine starke Abnahme von 1999 zu 2004 erkennbar (Abbildung 22). Dies entspricht der beobachteten Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsflächen in diesen beiden Ballungsräumen. In den Landkreisen und in Dresden waren die Veränderungen deutlich geringer. Die Abnahme der effektiven Maschenweite lag hier zwischen 6,9 % im Landkreis Meißen und 0,3 % im Landkreis Mittelsachsen. Für den Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge wurde von 1999 zu 2004 eine leichte Zunahme der effektiven Maschenweite ermittelt. Im Mittel aller kreisfreien Städte und Landkreise nahm die effektive Maschenweite von 1999 zu 2004 um 7 % ab. Für den Zeitraum 2004 zu 2007 wurden insgesamt deutlich geringere Veränderungen der effektiven Maschenweite berechnet als von 1999 zu 2004. Im Mittel aller kreisfreien Städte und Landkreise nahm die effektive Maschenweite in dieser Zeit um 0,9 % ab.

Tabelle 8: Effektive Maschenweite (km²) in den kreisfreien Städten und Landkreisen

Landkreis	m _{eff} ATKIS DLM 1999	m _{eff} ATKIS DLM 2004	m _{eff} ATKIS DLM 2007	m _{eff} DTV 1000 (LIKI)	m _{eff} Lärm- korridore
Leipzig, Kreisfreie Stadt	3,12	2,07	2,06	2,47	0,53
Chemnitz, Kreisfreie Stadt	3,39	2,61	2,59	3,01	0,22
Dresden, Kreisfreie Stadt	5,28	4,94	4,89	6,26	1,85
Zwickau	8,69	8,28	8,17	11,34	0,69
Mittelsachsen	9,74	9,70	9,71	17,18	0,96
Leipzig	11,98	11,49	11,24	19,10	2,26
Vogtlandkreis	10,61	10,16	10,45	24,54	0,99
Meißen	11,30	10,53	10,62	24,60	1,72
Erzgebirgskreis	22,35	22,17	22,08	26,44	1,58
Bautzen	20,31	19,91	20,00	27,96	3,89
Nordsachsen	21,93	20,63	20,24	35,98	2,31
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	19,25	19,59	18,13	40,95	2,50
Görlitz	36,00	35,65	35,83	73,46	6,05

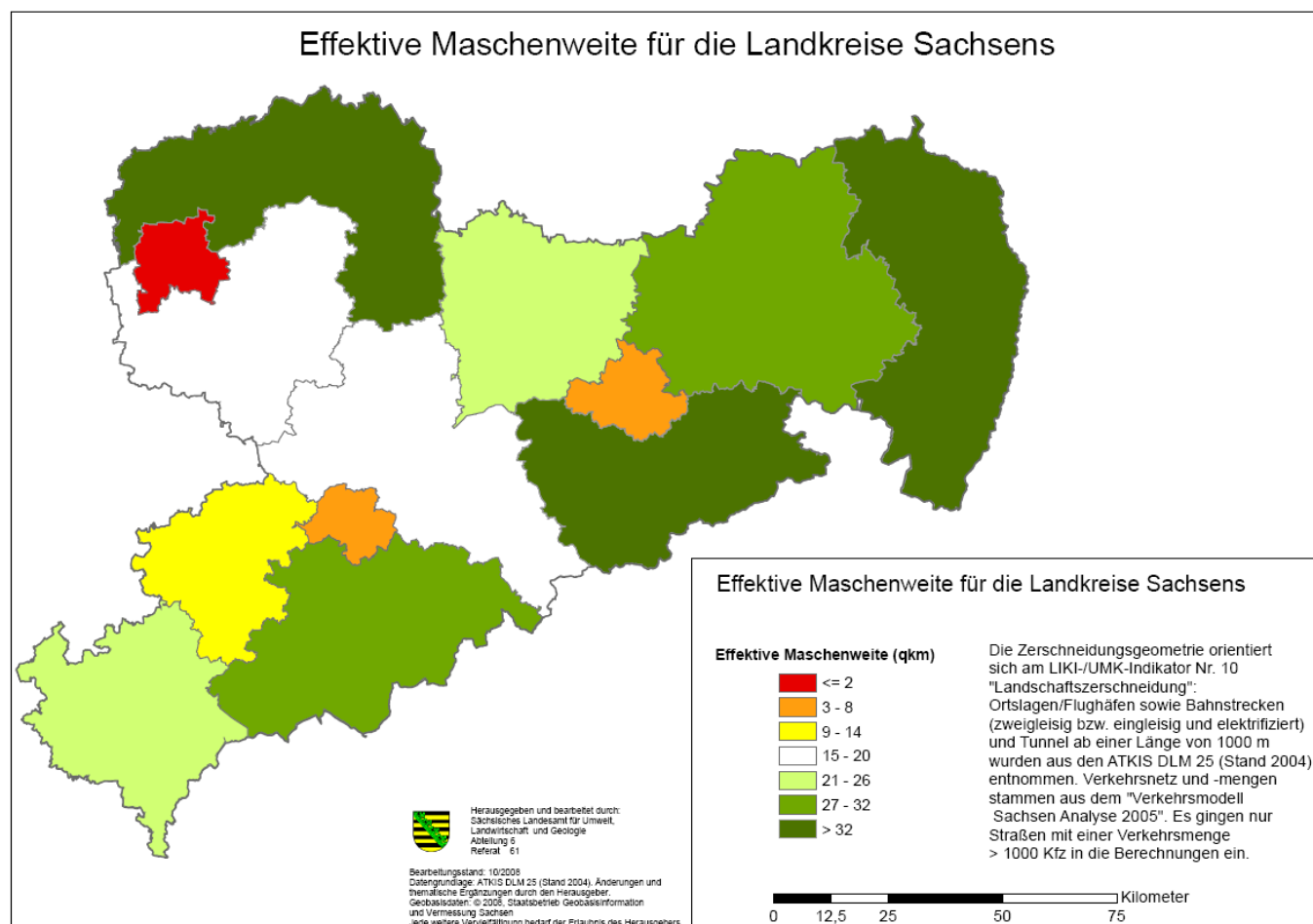


Abbildung 21: Darstellung der effektiven Maschenweite und der UZVR > 100 km² sowie der Nationalparks/ Schutzgebiete für die Landkreise Sachsens (Zerschneidungsgeometrie berücksichtigt die DTV-Werte nach LIKI/UMK, Teilraumverfahren)

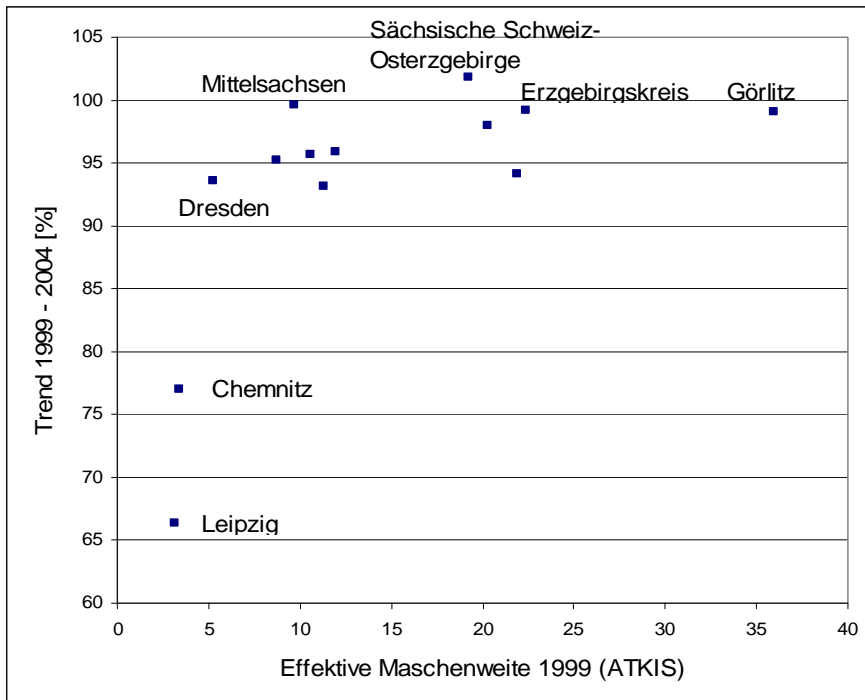


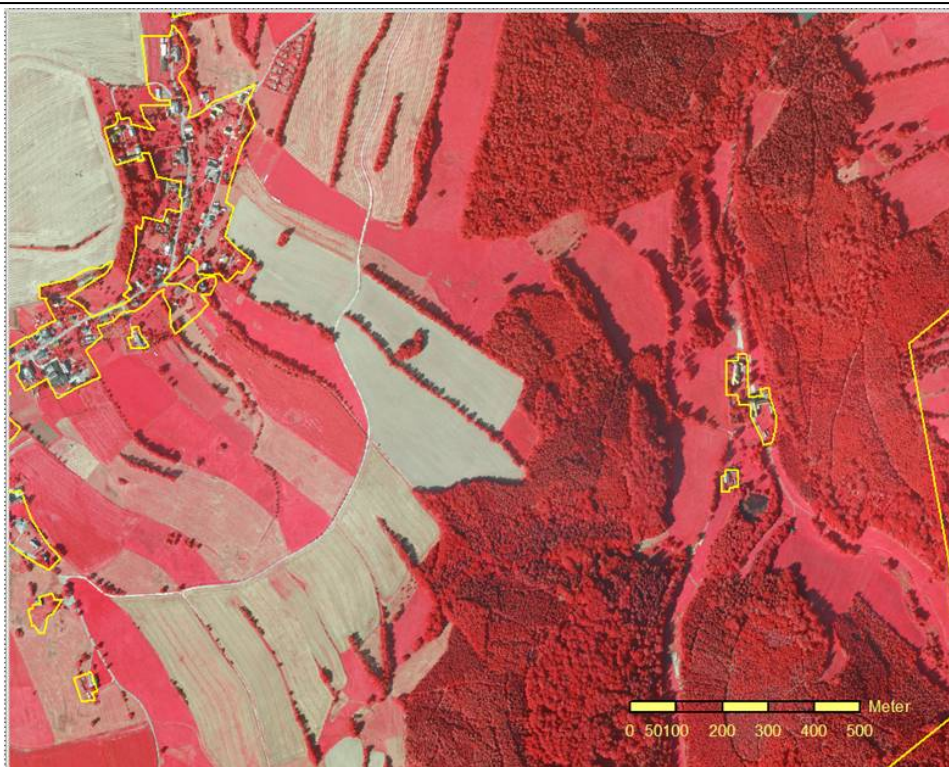
Abbildung 22: Entwicklung der effektiven Maschenweite von 1999 zu 2004 in Abhängigkeit vom Ausgangswert 1999 in den Landkreisen und kreisfreien Städten

3.4 Schutzstatus und Landnutzung in den UZVR > 40 km²

Die naturschutzfachliche Bedeutung des Indikators UZVR ist umstritten und nicht eindeutig zu fassen (vgl. dazu Kap. 1.4.6). Gleichwohl kann unterstellt werden, dass die Sicherung von großen UZVR vor weiterer Zerschneidung einen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität und der Erholungsfunktion von Landschaften leisten kann. Die Wirkung und Bedeutung der Landschaftszerschneidung für die Lebensraumqualität und die Erholungsfunktion eines Raumes ist dabei aber immer von der jeweiligen Naturraumausstattung, den sonstigen Einflüssen der Landnutzung und den ökologischen Wechselbeziehungen abhängig. Im Vergleich mit anderen naturschutzfachlich wertgebenden Eigenschaften eines Raumes, wie v. a. dem Vorkommen geschützter Arten und Lebensräume und deren ökologischen Wechselbeziehungen ist die bloße Unzerschnittenheit eines Raumes für die Steuerung von Flächeninanspruchnahmen nachrangig. **Zur Bewertung und Steuerung von Flächeninanspruchnahmen sollte der Indikator UZVR deshalb nicht alleine, sondern immer nur im Kontext mit anderen naturschutzfachlich relevanten Merkmalen verwendet werden.** Ein Beispiel hierfür liefert die folgende Abbildung 23. Sie zeigt anhand von Luftbildern (CIR-DOP GeoSN 2005), wie unterschiedlich Ausstattung und innere Struktur zweier UZVR der Größe ~ 50 km² sein können.

Für die Anwendung des Indikators UZVR in Sachsen wird eine pragmatische Vorgehensweise vorgeschlagen, nach der die Unzerschnittenheit eines Raumes dann als besonders schutzwürdig bzw. schutzbedürftig anzusehen ist, wenn dieser Raum auch aufgrund anderer naturschutzfachlicher Merkmale eine besondere Schutzwürdigkeit aufweist.

In den folgenden Abschnitten wird zunächst der Schutzstatus (3.4.1) und anschließend die Landnutzung (3.4.2) innerhalb der UZVR > 40 km² überblicksweise dargestellt, um dann im Weiteren die UZVR entsprechend ihrer inneren Ausstattung zu differenzieren.



Ausschnitt aus einem
UZVR von 52 km² im
Osterzgebirge (Oelsen)



Ausschnitt aus einem
UZVR von 48 km² im
Mittelsächsischen
Lösshügelland (Wuhnitz,
westlich Lommatzsch)

Abbildung 23: Gegenüberstellung der inneren Ausstattung zweier UZVR der Größe ~ 50 km²

3.4.1 Zum Schutzstatus der UZVR > 40 km²

Der Anteil der Schutzgebietsflächen an den UZVR ist deutlich höher als deren Anteil an der Landesfläche insgesamt (vgl. Tabelle 9). So liegt z. B. der Anteil der FFH-Gebietsfläche innerhalb von UZVR > 40 km² bei 18 % gegenüber einem Flächenanteil der FFH-Gebiete an der Landesfläche von 9 %. Rund 53 % der FFH-Gebietsfläche liegen in UZVR (vgl. Tabelle

10), gleichwohl der Anteil der UZVR an der Landesfläche nur 27 % beträgt. Mehr als die Hälfte der FFH-Gebietsfläche konzentriert sich also in dem Viertel der Landesfläche mit den größten unzerschnittenen Räumen. Dies gilt auch und in noch stärkerem Maße für die SPA-Gebietsfläche und für die Flächen der NSG sowie für das Biosphärenreservat und den Nationalpark. Rund 69 % der Fläche des Biosphärenreservates „Oberlausitzer Teich- und Heidelandschaft“ und 90 % der Fläche des Nationalparks „Sächsische Schweiz“ liegen in UZVR.

Auch bei den Schutzgebietskategorien die eher dem (Kultur-) Landschaftsschutz und der Erholungsvorsorge dienen ist der Flächenanteil innerhalb von UZVR höher als der Anteil dieser Schutzgebietskategorien an der Landesfläche insgesamt. Bei den LSG, die 30 % der Landesfläche einnehmen, ist dies schwächer ausgeprägt, während wiederum über die Hälfte der Naturparkfläche in UZVR > 40 km² liegt.

Tabelle 9: Flächenanteile von Schutzgebietskategorien in UZVR > 40 km² und in Sachsen

	FFH	SPA	NSG	BR	NLP	LSG	NP
Flächenanteil in UZVR > 40 km ²	18,01	28,09	6,88	4,17	1,70	35,74	20,48
Flächenanteil in UZVR > 100 km ²	24,72	33,97	9,01	2,51	0,00	30,50	18,05
Flächenanteil in UZVR 70-100 km ²	22,71	41,40	9,34	15,08	7,93	33,54	19,34
Flächenanteil in UZVR 40-70 km ²	13,69	21,75	5,24	1,88	0,73	38,70	21,89
Anteil an der Landesfläche	9,14	13,49	2,81	1,63	0,51	30,18	10,77

Tabelle 10: Anteil der Fläche von Schutzgebietskategorien innerhalb von UZVR > 40 km² an der Gesamtfläche der Schutzgebietskategorie in Sachsen

	FFH	SPA	NSG	BR	NLP	LSG	NP
Anteil der Fläche in UZVR > 40 km ² an der Gesamtfläche der Schutzgebietskategorie in Sachsen	53,19	56,19	66,09	68,89	90,36	31,95	51,31

Der Flächenanteil aller Schutzgebietskategorien zeigt keinerlei statistischen Zusammenhang zur Größe der UZVR (Bestimmtheitsmaß < 0,09). Dementsprechend ist auch kein eindeutiger Trend zwischen den Größenklassen der UZVR erkennbar. **Größere UZVR haben nicht per se eine größere Bedeutung für den Naturschutz als kleinere UZVR** (Abbildung 24).

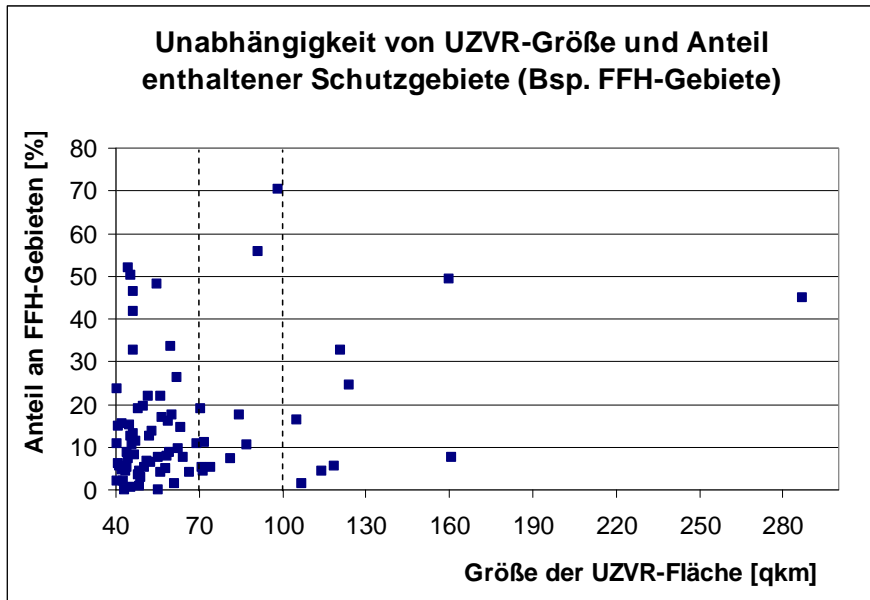


Abbildung 24: Unabhängigkeit von UZVR-Größe und Anteil enthaltener Schutzgebiete

Die UZVR konzentrieren sich – in allen Größenklassen – in den peripheren Regionen an der Landesgrenze die auch Schwerpunkträume des Naturschutzes sind. Das erklärt den im Mittel überdurchschnittlichen Anteil von Schutzgebietsflächen in den UZVR. Begründet werden kann dies dadurch, dass der Grad der Landschaftszerschneidung von denselben Faktoren wie z. B. der Bevölkerungsdichte bestimmt wird, die gleichzeitig auch Einfluss auf die Naturraumausstattung und die Landnutzung und damit auf den naturschutzfachlichen Wert eines Raumes haben. Dieser Zusammenhang ist aber wiederum nicht so eng, dass eine enge statistische Korrelation des naturschutzfachlichen Wertes mit der Größe von UZVR zu erwarten wäre.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die UZVR in Sachsen im Mittel eine überdurchschnittliche Bedeutung für den Naturschutz haben, die sich in den überdurchschnittlichen Flächenanteilen von Schutzgebietsflächen widerspiegelt. Dabei treten aber in allen UZVR-Größenklassen geringe und sehr hohe Anteile von Schutzgebietsflächen auf.

3.4.2 Zur Landnutzung der UZVR > 40 km²

Wie der Anteil der Schutzgebietsflächen, so ist auch der Anteil von naturschutzfachlich relevanten Landnutzungstypen an den UZVR deutlich höher als deren Anteil an der Landesfläche (vgl. Tabelle 11). Insbesondere trifft dies für die Anteile von offenen Flächen, Magerrasen, Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen zu. Ihr Anteil an den UZVR > 40 km² ist mehr als doppelt so hoch als ihr Anteil an der Landesfläche. So liegt beispielsweise der Anteil der Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen innerhalb der UZVR > 40 km² bei über 1 %, während der Anteil an der Landesfläche bei lediglich 0,3 % liegt. Rund 88 % der Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen liegen in den UZVR > 40 km² (vgl. Tabelle 12). Sehr markant trifft dies auch für die Magerrasenflächen zu, von denen rund 73 % in UZVR liegen. Diese Landnutzungstypen konzentrieren sich also extrem auf das Viertel der Landesfläche, das von den UZVR > 40 km² eingenommen wird. Auch der Waldflächenanteil und der Wasserflächenanteil der UZVR liegen deutlich über dem Landesdurchschnitt. Die Flächenanteile von Acker und Grünland liegen hingegen erwartungsgemäß unter dem Landesdurchschnitt.

Der Flächenanteil der in der selektiven Biotoptypenkartierung (SBK) erfassten Offenland- und Waldflächenbiotope an den UZVR ist ebenfalls fast doppelt so hoch, wie deren Anteil an der Landesfläche. Knapp die Hälfte der Offenland- und Waldbiotopflächen der SBK liegen in den UZVR > 40 km².

Tabelle 11: Flächenanteile von Landnutzungs- und Biotoptypen (BTLNK 2005) sowie Biotopen der Selektiven Biotopkartierung in UZVR > 40 km² und in Sachsen

	Acker	Grünland	Wald	Wasser	offene Fläche	¹⁾	Mager- rasen	SBK ²⁾ OL	SBK Wald
Flächenanteil in UZVR > 40 km ²	31,73	13,27	43,24	2,49	1,20	1,12	1,05	3,02	1,27
Flächenanteil in UZVR > 100 km ²	19,53	9,65	53,09	2,28	2,49	3,43	2,93	6,34	1,29
Flächenanteil in UZVR 70-100 km ²	24,56	12,33	53,39	3,02	1,47	0,21	0,58	1,29	1,66
Flächenanteil in UZVR 40-70 km ²	39,22	15,17	35,98	2,43	0,55	0,34	0,33	2,02	1,16
Anteil an der Landesfläche	38,16	14,89	27,76	1,64	0,60	0,34	0,39	1,67	0,76

1) Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen

2) Biotop der Selektiven Biotopkartierung im Offenland

Tabelle 12: Anteil der Fläche von Landnutzungs- und Biotoptypen (BTLNK 2005) sowie Biotopen der Selektiven Biotopkartierung innerhalb von UZVR > 40 km² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen

	Acker	Grünland	Wald	Wasser	offene Fläche	¹⁾	Mager- rasen	SBK ²⁾ OL	SBK Wald
Anteil der Fläche in UZVR > 40 km ² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen	22,44	24,05	42,03	40,89	53,78	88,45	72,51	48,84	45,31

Rund 4 % der UZVR werden von Truppenübungsplatzflächen belegt. Insgesamt liegen somit fast 95 % der Flächen der Truppenübungsplätze Sachsens in UZVR. Dieses Ergebnis ist plausibel, da militärische Einrichtungen und Übungsvorhaben vorzugsweise bestehenden zivilen Infrastrukturen ausweichen und sich demnach in unzerschnittenen Räumen konzentrieren (vgl. Tabelle 13 und Tabelle 14). Fast 6 % der UZVR sind von Bergbaufolgelandschaftsflächen belegt, reichlich 50 % aller Bergbaufolgelandschaftsflächen liegen demnach in UZVR.

Tabelle 13: Flächenanteile von Truppenübungsplätzen (ATKIS) und Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlebergbaus (LfULG) in UZVR > 40 km² und in Sachsen

	TÜP	BFL
Flächenanteil in UZVR > 40 km ²	4,01	5,92
Flächenanteil in UZVR > 100 km ²	13,16	9,64
Flächenanteil in UZVR 70-100 km ²	0,00	5,67
Flächenanteil in UZVR 40-70 km ²	1,01	4,31
Anteil an der Landesfläche	1,14	3,17

Tabelle 14: Anteil der Fläche von Truppenübungsplätzen (ATKIS) und Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlebergbaus (LfULG) innerhalb von UZVR > 40 km² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen

	TÜP	BFL
Anteil der Fläche in UZVR > 40 km ² an der Gesamtfläche der jeweiligen Flächenkategorie in Sachsen	94,95	50,39

Die Lage der UZVR in den peripheren Regionen entlang der sächsischen Landesgrenze, die naturraumbedingt von Heidelandchaften und Bergbau (folge-) landschaften im Norden und Mittelgebirgslandschaften im Süden geprägt wird, erklärt die überdurchschnittlichen hohen Anteile von Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen sowie Magerrasen, offenen Flächen und Wald aber auch von Wasserflächen. Insgesamt stellt sich das Landnutzungsspektrum der UZVR abweichend vom Landesdurchschnitt dar, wobei naturschutzfachlich relevante Nutzungsformen und Biotoptypen überdurchschnittlich hohe Anteile einnehmen. Truppenübungsplätze und Bergbaufolgelandschaften bieten zudem das Potential für Sukzessions- und Entwicklungsflächen. Die innere Qualität, definiert durch die Anteile der Landnutzungstypen in den UZVR > 40 km², kann demnach aus Naturschutzsicht höher gewertet werden als das Landesmittel. Allerdings kann auch, wie bei den Schutzgebietskategorien, kein statistischer Zusammenhang zwischen der Größe der UZVR und den Flächenanteilen eines Landnutzungstyps (wie z. B. Magerrasen) ermittelt werden. **Eine Ableitung der inneren naturschutzfachlichen Qualität eines Raumes aus der Größe eines UZVR ist daher nicht möglich.**

3.5 Verwendung der Ergebnisse der Landschaftszerschneidung für die Raumordnung (UZVR und m_{eff})

Wie bereits im Kapitel 1.4.6 debattiert, ist die Landschaftszerschneidung nur sehr bedingt als Indikator des Naturschutzes geeignet.

Bisher sind im LEP Sachsens (2003) die UZVR (USR) > 40 km² als Grundsätze der Raumordnung gesichert. Die Ermittlung der USR > 40 km² erfolgte für den LEP 2003 jedoch nicht nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10, sondern wurde durch eine abweichende Berechnung mit Wirkkorridoren ermittelt.

Für eine zukünftige Verwendung der UZVR als Instrument der Raumordnung wird eine naturschutzfachliche Differenzierung der UZVR > 40 km² vorgeschlagen, wobei die UZVR nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 ermittelt werden. UZVR in naturschutzfachlich sensiblen Bereichen sollen als „Ziele der Raumordnung“ ausgewiesen werden.

Für eine Differenzierung der UZVR in Ziele und Grundsätze der Raumordnung wird vorgeschlagen, **alle UZVR die eines oder mehrere der folgenden Kriterien erfüllen, als Ziele der Raumordnung zu sichern:**

- UZVR hat einen Nationalpark-Anteil
- UZVR hat einen Naturpark-Anteil
- UZVR hat einen Biosphärenreservat-Anteil
- FFH-Anteil > 20 %
- SPA-Anteil > 20 %
- NSG-Anteil > 8 %
- LSG-Anteil > 70 %
- UZVR-Größe > 100 km²

In diesen Räumen ist die Unzerschnittenheit und Verkehrsarmut aufgrund der auch sonst hohen naturschutzfachlichen Bedeutung besonders schützenswert.

Die UZVR > 40 km², die nicht die angeführten Kriterien erfüllen sollten weiterhin als Grundsätze der Raumordnung gesichert werden (vgl. Abbildung 25).

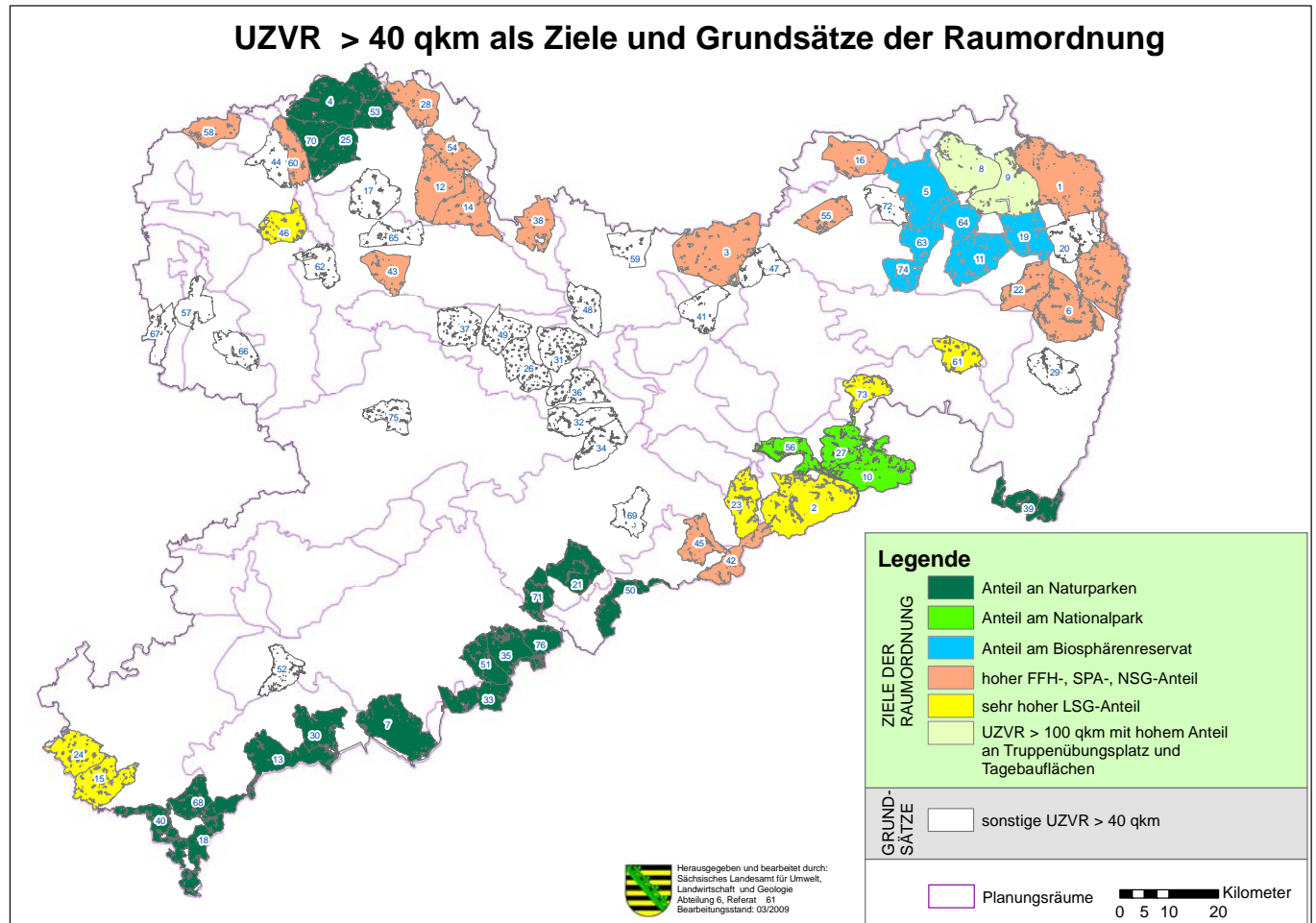


Abbildung 25: UZVR als Grundsätze und Ziele der Raumordnung

Ein Problem bei der Umsetzung der UZVR als Instrument der Raumordnung ist, dass bei der Berechnung der UZVR gemäß LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 nicht nur Vorgaben zur Zerschneidung durch Straßen, Siedlungen etc., sondern auch Vorgaben zur Vermeidung zunehmender Verkehrsbelegung vorhandener Straßen notwendig werden. Das ist mit den Instrumenten der Raumordnung nur schwer leistbar.

4 Zusammenfassung und Ausblick

4.1 Technisch

Die ATKIS Daten verschiedener Zeitschnitte (ohne Einbezug von Verkehrswerten) sind geeignet die Trends der Landschaftszerschneidung infolge Siedlungswachstums und Straßenbaus anzuzeigen. Die Nutzung von Verkehrswerten zur Abgrenzung von Straßen mit DTV > 1000 KfZ nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 führt zu anderen Ergebnissen. Es treten mehr und größere UZVR auf, die effektive Maschenweite nimmt größere Werte an. Die Gebiete mit einem dichten, jedoch wenig befahrenen Straßennetz treten als unzerschnitten hervor (z. B. Mittelsächsisches Lösshügelland).

Unabhängig von den verwendeten geometrischen Basisdaten und dem genutzten Straßennetz sind stets umfassende Korrekturen und Fehleranalysen bei der Erstellung der Zerschneidungsgeometrien.

Wenn die Zerschneidungsberechnungen nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10 weiterhin fortgeführt werden sollen ist eine Fortschreibung der Verkehrsmodellierung („Sachsenanalyse 2005“) notwendig.

Es wird empfohlen:

- ... die Zerschneidungsberechnung **mit ATKIS-Daten ohne Berücksichtigung des Verkehrskriteriums** nach LIKI-/ UMK Indikator Nr. 10 (d. h. alle Straßen unabhängig des DTV-Wertes gehen in die ZG ein) in Zeitintervallen von ca. 5 Jahren fortzuführen. Es ist davon auszugehen ist, dass die ATKIS-Daten zukünftig weiterhin in relativer Aktualität und vergleichbarer Aufbereitung zur Verfügung stehen werden.
 - **Datenerfordernisse:** ATKIS-Daten (GeoSN)
- Parallel dazu sollte unbedingt auch eine Zerschneidungsberechnung **unter Berücksichtigung von DTV-Werten** („streng“ nach LIKI-/UMK Indikator Nr. 10) erfolgen, um Vergleiche auf Bundesebene zu ermöglichen. Dazu ist jedoch eine Fortführung bzw. Aktualisierung der Verkehrsmodellierung („Sachsenanalyse 2005“) notwendig!
 - **Datenerfordernisse:** Fachinformationssystem Umwelt und Verkehr des LfULG (modulares, erweitertes Straßennetz auf LfSt-Basis und modellierte Verkehrswerte) sowie ATKIS-Daten (GeoSN) für alle weiteren Zerschneidungselemente.
- Weiterhin wird empfohlen, abweichend vom LIKI-/UMK Indikator NR. 10, die UZVR auch für die **Größenkategorien 40-70 km² und 70-100 km² zu analysieren**, um detailliertere Aussagen treffen zu können.

4.2 Fachlich

Der Indikator Landschaftszerschneidung hat im Hinblick auf die naturschutzfachlichen Schutzziele eine begrenzte Aussagekraft. Eine naturschutzfachlich sinnvolle Nutzung des Indikators ist daher nur im Kontext mit anderen Qualitätsmerkmalen innerhalb der UZVR möglich. Ein pragmatischer Ansatz zur Beurteilung der inneren Qualität der UZVR ist die Verschneidung der UZVR mit der Schutzgebietskulisse bzw. mit Biotop- und Landnutzungstypen.

4.3 Ausblick

Weitere Arbeitsschritte sind im Zusammenhang mit der Erfassung und Bewertung der Landschaftszerschneidung Sachsens fachlich wünschenswert. Dazu gehören unter anderem grenzüberschreitende Berechnungen, wofür jedoch die aufwendige Kontaktaufnahme zu den Nachbarländern, der Abgleich bezüglich Geometriedaten und DTV-Werten etc. erforderlich werden. Außerdem wären zusätzliche Verschneidungen der ermittelten UZVR und der Maschenweiten mit weiteren naturschutzfachlichen Aspekten wie Artenvorkommen, Landschaftsbildbewertungen und Landschaftsstruktur etc. interessant.

Literaturquellen

- BAIER, H. (2000): Umsetzung des Schutzes von landschaftlichen Freiräumen in der Umweltverwaltung. In: Bayrische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Landschaftszerschneidung als ökologischer Faktor, Laufen/Salzach, S. 121-142.
- BAIER, H. (2006): Freiraum - Versuch einer fachlich-inhaltlichen Beschreibung, Kapitel 13.2. In: H. Baier, F. Erdmann, R. Holz und A. Waterstraat (Hrsg.): Freiraum und Naturschutz - Die Wirkung von Störungen und Zerschneidungen in der Landschaft, Springer, Berlin, S. 386-396.
- BAIER, H. UND R. HOLZ, R. (2001): Landschaftszerschneidung als Naturschutzproblem. Die Wirkungen und ihre Vermeidungsstrategien. Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern, Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, Heft 1/2001, S. 11-27.
- BfN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2008): Daten zur Natur 2008. BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster, S. 368.
- CLAUSING, T. (2006): Landschaftszerschneidung - Anwendung und Vergleich verschiedener methodischer Varianten am Beispiel des Landkreises Havelland (Brandenburg), Diplomarbeit, Institut für Geoökologie der Universität Potsdam, 101 S.
- CLAUSING, T. (2007): Zwei Halbe sind kein Ganzes: Über die Folgen der Landschaftszerschneidung. Naturmagazin, Berlin - Brandenburg - Mecklenburg-Vorpommern, S. 4-9.
- DI GIULIO, M. UND NOBIS, M. (2008): Landschaftszerschneidung und Biodiversität: Barrieren oder Ausbreitungswege? Forum für Wissen, S. 23-30.
- DI GIULIO, M., TOBIAS, S. UND HOLDEREGGER, R. (2007): Landschaftszerschneidung in Ballungsräumen Was wissen wir über die Wirkungen auf Natur und Mensch?, Eidg. Forschungsanstalt WSL, 8 S.
- ESSWEIN, H. (2007): Der Landschaftszerschneidungsgrad als Indikator für Biodiversität? In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Treffpunkt Biologische Vielfalt, S. 157-164.
- ESSWEIN, H., JAEGER, J. UND SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2003): Der Grad der Landschaftszerschneidung als Indikator im Naturschutz: unzerschnittene verkehrsarme Räume, UZR, oder effektive Maschenweite, meff? NNA-Berichte, 16/2, S. 53-58, [<http://www.fragmentation.de/Deutsch/Publikationen/publikationen.html>].
- ESSWEIN, H., JAEGER, J. UND SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2004a): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg, Räumliche Differenzierung und zeitliche Entwicklung, 4 S., [http://schwaebischer-heimatbund.de/images/referat_esswein.pdf].
- ESSWEIN, H. UND SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2004b): Analyse der Landschaftszerschneidung in Hessen, Endbericht im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 38 S. [<http://www.hlug.de/medien/nachhaltigkeit/new/zerschneidung.htm>].
- ESSWEIN, H. UND SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. (2006): Effektive Maschenweite und Unzerschnittene Verkehrsarme Räume über 100 km² als Umweltindikatoren für die BRD: GIS- Einsatz und vergleichende Analyse. In: Strobl Blaschke Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, Bd. XVIII, Beiträge zum AGIT- Symposium, S. 135-144.
- ESSWEIN, H., JAEGER, J., SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. UND MÜLLER, M. (2002): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg, Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite, Arbeitsbericht Nr. 214, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden Württemberg, Stuttgart, 124 S.
- FORMAN, R., FRIEDMAN, D., FITZHENRY, D., MARTIN, J., CHEN, A. UND ALEXANDER, L. (1997): Ecological effects of roads: Towards three summary indices and an overview for North America. In: K. Canters, A. Piepers und A. Hendriks-Heersma (Hrsg.): Proceedings of the international conference on "Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering", Maastricht und DenHague 1995, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division, Delft (Netherlands), S. 40-54.
- FORMAN, R.T. UND GODRON, M. (1995): Land Mosaics, Cambridge University Press, 632 S.
- FRIEDRICH, P. (2004): Freiraum Landschaft. Der Stille Schatz, Rügendruck Putbus, Güstrow, 65 S.
- GRAU, S. (1997): Konzeption und Methoden zur Erfassung sowie Bewertung der Landschaftszerschneidung im Land Sachsen-Anhalt, dargestellt unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems am Beispiel des Landkreises Wernigerode, Diplomarbeit, Universität Halle-Wittenberg (Institut für Geographie), 165 S.
- HABER, W. (1993): Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes, Economica-Verlag, Bonn, 98 S.
- HERRMANN, M. UND MATHEWS, A. (2007): Wirkung von Barrieren auf Säuger und Reptilien, Verbände-Vorhaben "Überwindung von Barrieren", Projekt des Deutschen Jagdschutzverbandes e. V., gefördert vom BfN, 66 S., [http://medienjagd.test.newsroom.de/admin/assets/herrmann_endberichtdok20.pdf]

- JAEGER, J. (2000): Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15/2, S. 115-130.
- JAEGER, J. (2001a): Quantifizierung und Bewertung der Landschaftszerschneidung, Arbeitsbericht Nr. 167, Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, Stuttgart, 174 S.
- JAEGER, J. (2001b): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 33/10, S. 305-317.
- JAEGER, J. (2002): Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäß dem Konzept der Umweltgefährdung, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 447 S.
- JAEGER, J. (2003): Landschaftszerschneidung. In: W. Konold, R. Böcker und U. Hampike (Hrsg.): *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege*, 11. Ergänzungslieferung, Ecomed-Verlag, Landsberg, S. 1-30.
- JAEGER, J., ESSWEIN, H. UND KRANZ, B. (2004): Flächenzerschneidung in Baden-Württemberg. Neuer Indikator zeigt: Das Land ist zerstückelt, Stuttgart, 20 S.
- JOHANSSON, M., PRIMMER, C., SAHLSTEN, J. UND MERILA, J. (2005): The influence of landscape structure on occurrence, abundance and genetic diversity of the common frog *Rana temporaria*. *Glob. Chang. Biol.*, S. 1664-1679.
- KLUG, H., LANG, S., LANGANKE, T. UND BLASCHKE, T. (2004): Indicator Database for Scientific Exchange (IDEFIX), Version 1.0, Computerhandbuch/Hilfdatei, herausgegeben von der Landscape Analysis and Resource Management Research Group (LARG) im Rahmen des SPIN-Projektes, Salzburg.
- KNAUER, P. (1991): Umweltqualitätsziele, Umweltstandards und „ökologische Eckwerte“. In: K. Hübler und K. O. Zimmermann (Hrsg.): *Bewertung der Umweltverträglichkeit*, 2. Auflage, Taunusstein, S. 45-67.
- LANG, C., SCHWARZ-VON RAUMER H.-G. UND ESSWEIN, H.. (2008): ArcGIS-Tool zur Analyse des Landschaftszerschneidungsgrades mit der Messgröße 'effektive Maschenweite', Handbuch, Universität Stuttgart, 22 S.
- LASSEN, D. (1979): Unzerschnittene verkehrsarme Räume in der Bundesrepublik Deutschland. *Natur und Landschaft*, 54/10, S. 333-334.
- MARKS, T. (2004): GIS-gestützte Analyse der Landschaftszerschneidung im Land Sachsen-Anhalt, Diplomarbeit, Hochschule Anhalt, Abteilung Bernburg, 81 S.
- MOSER, B., JAEGER, J., TAPPEINER, U., TASSER, E. UND EISELT, B. (2007): Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem. *Landscape Ecology*, 22, S. 447-459.
- MÜLLER, S. UND BERTHOUD, G. (1995): Sicherheit Fauna/Verkehr. Praktisches Handbuch für Bauingenieure. École poly-technique fédérale de Lausanne, Département de génie civil Laboratoire des voies de circulation, Lavoc, 135 S.
- PERNKOPF, M. UND LANG, S. (2007): Indikatoren zur Landschaftszerschneidung - Untersuchungen zur Einsetzbarkeit in der strategischen Verkehrsplanung. In: M. Schrenk, V. V. Popowich und J. Benedickt (Hrsg.): *REAL CORP 007 Proceedings / Tagungsband*, Wien, S. 677-686.
- RECK, H., HÄNEL, K., JEßBERGER, J., LORENZEN, D. (2008): UZVR, UFR + Biologische Vielfalt, Landschafts- und Zerschneidungsanalysen als Grundlage für die räumliche Umweltplanung, Reihe Naturschutz und Biologische Vielfalt Nr. 62, Herausgegeben von Bundesamt f. Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, Landwirtschaftsverlag Münster, 181 S.
- REIJNEN, M.J.S.M., VEENBAAS, G. UND FOPPEN, R. (1995): Predicting the effects of motorway traffic on breeding bird populations, DLO-Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands, - 92 S.
- RENN, O., LEON, C.D. UND CLAR, G. (2000): Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg - Statusbericht 2000, Langfassung, Arbeitsbericht Nr. 173, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden Württemberg, Stuttgart, 123 S.
- SCHUMACHER, U. UND WALZ, U. (2006): Landschaftszerschneidung in Sachsen - Bewertung von Freiraumstrukturen auf der Basis grenzüberschreitender Geodaten. In: R. Rödel und K. Aurada D. (Hrsg.): *Beiträge zum 16. Kolloquium „Theorie und quantitative Methoden in der Geographie“*, Greifswald, S. 39-49.
- SEILER, A. (2001): Ecological Effects of Roads. A review. Introductory Research Essay, No. 9, 40 S., [<http://www.iene.info/files/Articles/ASEiler.pdf>].
- SEILER, A. (2003): Ecological effects of roads. In: M. Trocmé, S. Cahill, J. G. De Vries, H. Farall, L. Folkeson, G. L. Fry, C. Hicks und J. Peymen (Hrsg.): *COST 341 - Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review, COST Action 341, Effects of infrastructure on nature*, chapter 3, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, S. 30-50.
- SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G. UND ESSWEIN, H. (2006): Technische Anleitung "Effektive Maschenweite", 20 S.
- ZANDE, A.N. VAN DER, W. J. TER KEURS UND W.J. VAN DER WEIJDEN (1980): The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat – evidence of a longdistance effect. In: *Biological Conservation* 18 (1980), S. 299-231.

Internetseiten [letzter Abruf Feb. 2010]:

http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/ThemenAZ/nachhaltigkeit-2007-04-13-erfolgskontrolle_3A-die-21-indikatoren.html

<http://www.fragmentation.de/Deutsch/deutsch.html>

<http://www.geo.sbg.ac.at/larg/>

http://www.ioer.de/langzeitmonitoring_uzf/

http://www.laermorama.ch/laermorama/modul_laerm_betroffen/rechtlich_w.html

http://www.lfu.bayern.de/natur/fachinformationen/landschaftszerschneidung/unzerschnittene_raeume/index.htm

http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20280/meff_tool.pdf?command=downloadContent&filename=meff_tool.pdf

http://medienjagd.test.newsroom.de/admin/assets/abschlussbericht_2008gruenbrueckenlink.pdf

<http://www.statistik.sachsen.de>

<http://www.statistik.sachsen.de/12/pressearchiv/archiv2007/pm13007.htm>

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Redaktion:

Abteilung 6 / Referat 61
Bearbeitung: Martina Tröger
Redaktion: Dr. Rolf Tenholtern
Ansprechpartner: Dr. Rolf Tenholtern
Telefon: + 49 3731 294-187
Telefax: + 49 3731 22918
E-Mail: rolf.tenholtern@smul.sachsen.de

Titelfoto:

M. Tröger

Redaktionsschluss:

23.02.2010

ISSN:

XXXXXX

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.