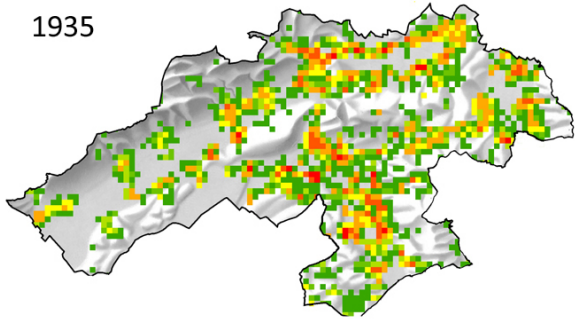


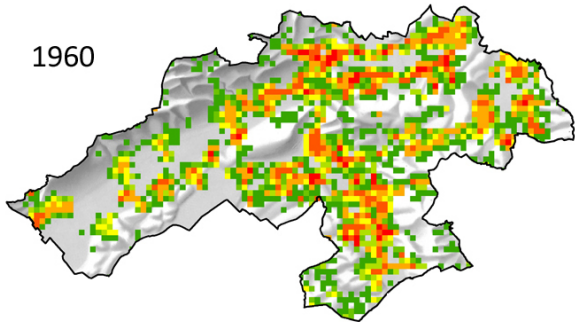
Zersiedelung und ihre Ausprägungen in der Schweiz aus raumplanerischer Sicht

Quantitative Analyse 1935 – 2002

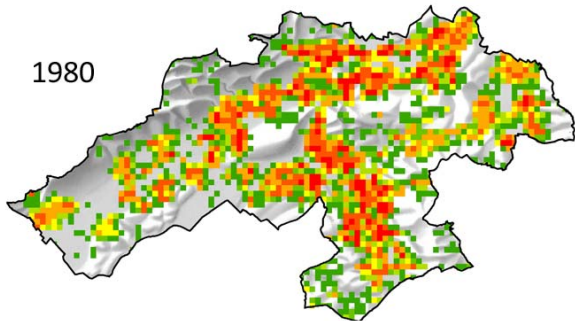
1935



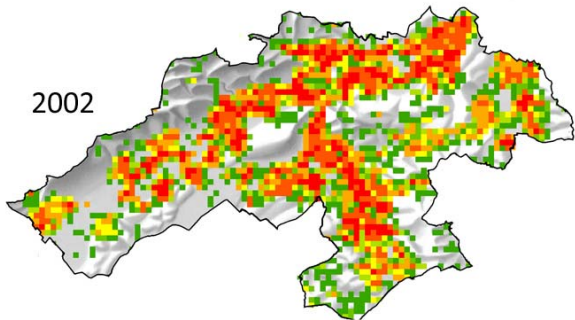
1960




1980



2002



Christian Schwick, Zürich, Schweiz
Prof. Dr. Jochen Jaeger, Montréal, Kanada
August 2010

die Geographen
schwick+spichtig 

 Concordia University
Arts and Science
Department of Geography,
Planning and Environment

Projekt	Aramis-Forschungsauftrag 09010
Auftraggeber	Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) im Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation unter Beteiligung des Nationalen Forschungsprogramms NFP54 „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“
Projektleitung ARE	Marco Kellenberger
Begleitkommission	Dr. Anna Hersperger, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) Matthias Howald, ARE Kurt Infanger, ARE Marco Kellenberger, ARE Bernhard Künzler, Abteilung Kantonsplanung Kanton Bern Dr. Martin Tschopp, ARE Martin Vinzens, ARE
Autoren	Christian Schwick, Die Geographen schwick+spichtig, Glasmalergasse 5, 8004 Zürich, Schweiz. schwick@diegeographen.ch Prof. Dr. Jochen Jaeger, Concordia University, Department of Geography, Planning and Environment, 1455 de Maisonneuve Blvd. West, Montréal, Québec, H3G 1M8, Canada. jjjaeger@alcor.concordia.ca
Zeitraum	Oktober 2009 – August 2010
Zitiervorschlag	Schwick, C.; Jaeger, J.A.G. (2010): Zersiedelung und ihre Ausprägungen in der Schweiz aus raumplanerischer Sicht: Quantitative Analyse 1935 – 2002. Expertenbericht. Schweizerisches Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bern. 38 S.
Titelbild	Entwicklung der gewichteten Zersiedelung in der Region Kreuzung Schweizer Mittelland 1935 (oben), 1960, 1980 und 2002 (unten). Auflösung der Rasterzellen: 300 m • 300 m.

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur die vom Bundesamt für Raumentwicklung beauftragten Autoren.

Inhalt

	Vorwort des Auftraggebers	4
	Zusammenfassung	5
	Abstract	6
1	Einleitung	7
	1.1 Vorwort der Autoren	7
	1.2 Auftrag und Zielsetzung	8
2	Methode für die Erfassung der Zersiedelung in Zahlen	10
	2.1 Definition von Zersiedelung	10
	2.2 Zersiedelung als Kombination von Siedlungsfläche, Streuung und Ausnützung	11
	2.3 Beobachtungshorizont und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	14
	2.4 Datengrundlagen	15
3	Resultate	17
	3.1 Schweiz und biogeographische Regionen	17
	3.2 Regionen der Raumtypologie des ARE	18
	3.3 Testregionen	24
	3.4 Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung und ihre Auswirkungen	28
4	Schlussfolgerungen	33
	4.1 Eignung der Messgrössen zur quantitativen Darstellung der Zersiedelung	33
	4.2 Folgerungen für die Raumplanung	34
	4.3 Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur	34
	4.4 Ausblick	35
5	Literatur	36
	Anhang	37
	A: Die Raumtypologie des ARE	37
	B: Wertetabelle	38

Vorwort des Auftraggebers

Immer lauter ertönt der Ruf, die Zersiedelung in der Schweiz einzudämmen. Die Bundesverfassung (BV) verlangt in Art. 75 die haushälterische Nutzung des Bodens. Demnach fördert und koordiniert der Bund die Bestrebungen der Kantone, denen die Raumplanung obliegt. Er selbst beschränkt sich auf die Festlegung der Grundsätze der Raumplanung. Dementsprechend bekräftigt das Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) bereits in Art. 1, dass ein haushälterischer Umgang mit dem Boden anzustreben und insbesondere natürliche Lebensgrundlagen wie Boden und die Landschaft zu schützen seien. Die Besiedlung habe geordnet zu verlaufen. Das als „Zersiedelung“ bezeichnete Phänomen steht hier gewissermassen für das Gegenteil: die flächenhafte, überproportionale und ungeordnete Ausdehnung der Siedlung mit allen bekannten negativen Auswirkungen auf Landschaft, öffentliche Finanzen, Siedlungsbild, Verkehrsbelastung und so weiter.

Zersiedelung umfasst viele Aspekte. Einige davon sind quantitativer Natur (grossflächiges Wachstum der Siedlungen auf Kosten landwirtschaftlicher Böden, Infrastrukturbauten wie Strassen, Kosten für die Erschliessung etc.), andere mehr qualitativer Art (Ästhetik und Wohnlichkeit der Siedlungen, Beeinträchtigung des Landschaftsbildes etc.). Beides ist schwierig zu messen. Bezüglich Analyse der in der Landschaft direkt messbaren und oft auch unmittelbar sichtbaren Auswirkungen, nämlich der Ausbreitung und Dispersion unserer Siedlungen im Laufe der letzten Jahrzehnte, hat ein im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms (NFP54) durchgeführtes Projekt zur „Landschaftszersiedelung“ Pionierarbeit geleistet.

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) hat im Anschluss an die entsprechende Publikation von 2008 (JAEGER ET AL. 2008) zusammen mit dem NFP54 eine Vertiefungsarbeit mitfinanziert, deren Resultate nun in Form eines Expertenberichts vorliegen. Sinn und Zweck des Auftrags war es, die Methodik weiterzuentwickeln, auf konkrete Regionen beispielhaft anzuwenden, hinsichtlich raumplanerischer Fragestellungen zu testen und ganz generell regional unterschiedliche Formen der Siedlungsentwicklung aufzuzeigen.

Insgesamt ergaben sich für die meisten der gewählten Testregionen plausible Resultate. Es konnte aufgezeigt werden, dass Siedlungswachstum auf unterschiedliche Weise realisiert wurde: in einigen Gebieten bodensparend, durch Verdichtungen und sorgfältige Erweiterungen, andernorts unter Inkaufnahme eines grossen Verlusts an Boden und Freiraum in der Landschaft. Die Resultate dokumentieren die regional unterschiedlichen Formen der Siedlungsentwicklung in der Schweiz. Das vorliegende Material dient somit der Veranschaulichung bestimmter Aspekte von „Zersiedelung“ in unterschiedlichen räumlichen Kontexten. Dies bedeutet einen wertvollen Beitrag an die zurzeit wieder sehr aktuelle politische Diskussion über die Zersiedelung der Landschaft.

Die objektive Darstellung eines so komplexen Phänomens wie der Zersiedelung hat aber auch Grenzen, und diese wurden im Verlauf der Analysen ebenso sichtbar. Mit der neuen Methodik werden nur bestimmte Facetten der Zersiedelung gemessen, nämlich insbesondere quantitative Aspekte wie die Siedlungsflächenzunahme oder die Entdichtung. Daher kann und soll aus den Einzelbeispielen auch nicht direkt auf eine generell „gute“ oder „mangelhafte“ Raumplanung geschlossen werden. Dazu sind die Voraussetzungen (z.B. Topographie, traditionelle Siedlungsstruktur, Ausbau des überörtlichen Infrastrukturangebotes etc.) und die Funktionen der als Fallbeispiele gewählten Regionen (z.B. Konzentration auf innovative Unternehmungen, Tourismus, Landwirtschaft, usw.) zu unterschiedlich.

Zusammenfassung

Urbanisierung und Zersiedelung sind globale Phänomene, weit über die Schweiz und Europa hinaus. Seit dem Jahr 2008 lebt die Hälfte der Erdbevölkerung in Städten oder Agglomerationen, und dieser Anteil wächst weiter an. Der Begriff der Zersiedelung gehört in der raumplanerischen Diskussion zum Stammwortschatz. Zunehmender Motorisierungsgrad, Steigerung des Wohlstands und ein starker Bevölkerungsanstieg haben in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass sich die Siedlungen in der Schweiz in nie gekanntem Ausmass ausgedehnt haben. Dies erfolgte selten in einer Boden sparenden Art und Weise, und hatte in vielen Fällen auch eine reduzierte Siedlungsqualität zur Folge. Wertvoller Landwirtschaftsboden wurde der flächenhaften Ausdehnung der Siedlungen geopfert. Ist die inhaltliche Definition von „Zersiedelung“ bereits anspruchsvoll, so ist es auch die zahlenmässige Erfassung dieses komplexen Phänomens.

Im nationalen Forschungsprogramm 54 des Schweizerischen Nationalfonds zur nachhaltigen Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung wurde 2008 erstmals für die ganze Schweiz eine Methodik entwickelt, um die Landschaftszersiedelung zu messen. Der vorliegende Expertenbericht, finanziert durch das Bundesamt für Raumentwicklung ARE und den Nationalfonds, nahm diese Methodik auf und prüfte anhand konkreter regionaler Beispiele aus der ganzen Schweiz die Schlüssigkeit der Resultate. Diese Regionen dienen auch als anschauliche Fallbeispiele dafür, welche Ausprägungen die Zersiedelung in der Schweiz heute aufweist und wie sich die Zersiedelung entwickelt hat.

Zur Messung des Zersiedelungsgrades ist die Angabe der Siedlungsfläche nicht ausreichend, sondern es müssen die räumliche Verteilung der Siedlungsflächen und die Ausnützung der Siedlungsfläche durch Einwohner oder Arbeitsplätze einbezogen werden. Dazu eignen sich die drei Messgrössen urbane Durchdringung (*UP*), Dispersion (*DIS*) und Ausnützungsdichte (*AD*). Die „Zersiedelung“ (*Z*) lässt sich als Kombination der drei Messgrössen *UP*, *DIS* und *AD* quantitativ darstellen. Die drei neuen Messgrössen und der Zersiedelungsindikator *Z* wurden für den Zeitraum von 1935 bis 2002 auf die Schweiz angewendet.

Gemäss der gewählten Methodik hat die Zersiedelung in der Schweiz zwischen 1935 und 2002 um 155% zugenommen. Auch in allen Kantonen und Bezirken ist die Zersiedelung seit 1935 stark gestiegen. Die Zersiedelung greift zunehmend vom Mittelland her in die Alpentäler hinein, aber auch im Südtessin und im Unterwallis ist sie weit fortgeschritten. Die Unterschiede zwischen den Raumtypen sind zum Teil beachtlich. Die Komponenten der Zersiedelung (wie etwa die Ausnützungsdichte, also Einwohner und Arbeitsplätze pro Hektare) haben sich teilweise sehr unterschiedlich entwickelt, nebst Verschlechterungen sind regional auch Verbesserungen sichtbar.

Diese neuen Messgrössen für die Zersiedelung wurden für 30 Testregionen ausgewertet, 12 davon wurden vertieft analysiert. Die Ergebnisse sind für die ausgewählten Regionen auch aus raumplanerischer Sicht mehrheitlich plausibel, und die unterschiedlich starken Ausprägungen von „Zersiedelung“ werden gut sichtbar. Gewisse Grenzen der Vergleichbarkeit der Werte der gewichteten Zersiedelung und der urbanen Durchdringung ergeben sich zwischen Regionen mit stark unterschiedlichen Anteilen der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche der Region.

Im vorliegenden Expertenbericht werden durch die Autoren auch neun Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung analysiert, indem aufgezeigt wird, wie sich diese Massnahmen auf den Zersiedelungsindikator und die Messgrössen auswirken würden. Viele dieser Massnahmen sind bereits seit längerem in der Diskussion, sie wurden aber bisher nicht oder nur teilweise umgesetzt. In langfristiger Sichtweise (40-50 Jahre) kann die konsequente Anwendung dieser Massnahmen eine markante Änderung im Siedlungsbild der Schweiz zur Folge haben

(Verringerung der Zersiedelung). Ohne diese Massnahmen ist zu erwarten, dass dieser Trend weitergeht: eine grossflächige, disperse Überbauung der Schweiz mit allen damit verbundenen, negativen Folgen.

Abstract

The degree of urban sprawl in Switzerland has increased by 155% between 1935 and 2002, and it has doubled between 1951 and 2002 alone. Urban sprawl has also increased strongly in all cantons and districts considered separately since 1935. Urban sprawl is advancing more and more from the Swiss Lowlands into the valleys of the Alps, and it has also progressed massively in the southern part of the Ticino and in the Lower Valais. Only the western parts of the Jura and some areas of the Alps have been spared, experiencing little to no sprawl.

So far there has been a lack of methods and data for recording and discussing the issue of urban sprawl in quantitative figures which would allow for comparing urban sprawl between different regions. The size of urban areas is not sufficient as a measure of the degree of urban sprawl. Rather, the spatial arrangement of the urban areas and the density of inhabitants and employments need to be considered as well. To this end, four new measures have been developed: weighted urban sprawl (*Z*), Urban Permeation of landscapes (*UP*), Dispersion (*DIS*) and Utilization Density (Ausnutzungsdichte, *AD*). The degree of urban sprawl (*Z*) is represented quantitatively as a combination of the three measures *UP*, *DIS* and *AD*.

In order to test the performance of the new measures, they were applied to the nine types of regions (Raumtypen) proposed by the Swiss Federal Office for Spatial Development (ARE) and 30 test regions. The quantitative results correspond well with the qualitative assessments of sprawl by experts from the federal offices and regional planning. The data about the development of urban sprawl should be used as an indicator in environmental reporting and regional monitoring in Switzerland. There is an urgent need for action if the ongoing detrimental trends which are in conflict with the goal of sustainability and sparing use of soil are to be discontinued. Therefore, nine measures have been proposed. Without such measures, the changes that would take place in Switzerland would in large parts be further large-scale disperse spread of urban development with continued dramatic increase of urban sprawl and all its associated negative consequences.

1 Einleitung

1.1 Vorwort der Autoren

Um das Phänomen der Zersiedelung in der Schweiz besser zu verstehen und zu dokumentieren, besteht ein dringender Bedarf nach Zahlen. Solche Zahlen ermöglichen es, verschiedene Regionen hinsichtlich ihres Zersiedelungsgrades zu vergleichen und Entwicklungstrends zu identifizieren. Um den Grad der Zersiedelung einer Landschaft in Zahlen auszudrücken, gab es jedoch bisher keine befriedigenden Messgrössen.

In den letzten 50 Jahren wurde in der Schweiz ebensoviel Fläche für Siedlungszwecke beansprucht wie seit der Sesshaftwerdung der Menschen bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts (Abb. 1). Diese Beschleunigung in der Flächenbeanspruchung ist atemberaubend. Die Landschaften in der Schweiz haben sich in den letzten 50 Jahren fast überall sehr stark verändert. Die Landschaft ist an vielen Orten kaum wiederzuerkennen. Die Landschaften in der Schweiz wurden immer stärker erschlossen, und die Siedlungen dehnten sich immer weiter aus. Der Wohlstand wächst weiterhin, die Bevölkerung nimmt zu und die Ansprüche an den Wohnraum und das Wohnumfeld steigen. Der Konkurrenzkampf unter den Gemeinden und Kantonen um Einwohner, Arbeitsplätze und Steuerzahler setzt sich ungebrochen fort.

Immer klarer wird jedoch erkennbar, dass die bisherige Entwicklung an ihre Grenzen stösst. Die heutigen Entwicklungstrends sind problematisch. Immer mehr Agrarland mit hochwertigen Böden geht dauerhaft verloren. Schützenswerte Kulturlandschaften und historisch wertvolle Siedlungsstrukturen büssen zunehmend ihren einmaligen Charakter ein. Die langfristigen Folgen sind alarmierend. Die derzeitigen Siedlungstrends stehen in offenkundigem Gegensatz zum Ziel der Nachhaltigkeit, obwohl dieses Ziel seit 1999 in der Bundesverfassung der Schweiz verankert ist.

Mit der vorliegenden Studie steht nun ein Dokument zur Verfügung, das die Entwicklung des Zersiedelungsgrades für die Raumtypen des Bundesamtes für Raumentwicklung und für ausgewählte Testregionen darstellt. Das zweite Kapitel bespricht die verwendete Methode, um Zersiedelung zu messen. Das dritte Kapitel stellt die wichtigsten Resultate zum Ausmass der Zersiedelung in der Schweiz, in den untersuchten Raumtypen und in den Testregionen dar und skizziert mögliche Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung. Kapitel 4 diskutiert die Eignung der angewandten Methode zur Erfassung der Zersiedelung in Zahlen und zieht Folgerungen für die Raumplanung und die künftige Siedlungsstruktur.

Der vorliegende Expertenbericht fasst eine Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung und des Nationalfonds über die Zersiedelung aus raumplanerischer Sicht in der Schweiz zusammen (SCHWICK und JAEGER 2010). Die Arbeiten, auf denen der vorliegende Bericht beruht, wurden von einer Begleitkommission unterstützt. Mitglieder dieser Begleitkommission waren Kurt Infanger, Martin Vinzens, Matthias Howald, Dr. Martin Tschopp und Marco Kellenberger vom ARE, Dr. Anna Hersperger von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) und Bernhard Künzler von der Abteilung Kantonsplanung des Kantons Bern. Für die Finanzierung dieses Projektes und die inhaltliche Mitarbeit danken wir den Auftraggebern und den Mitgliedern der Begleitkommission.

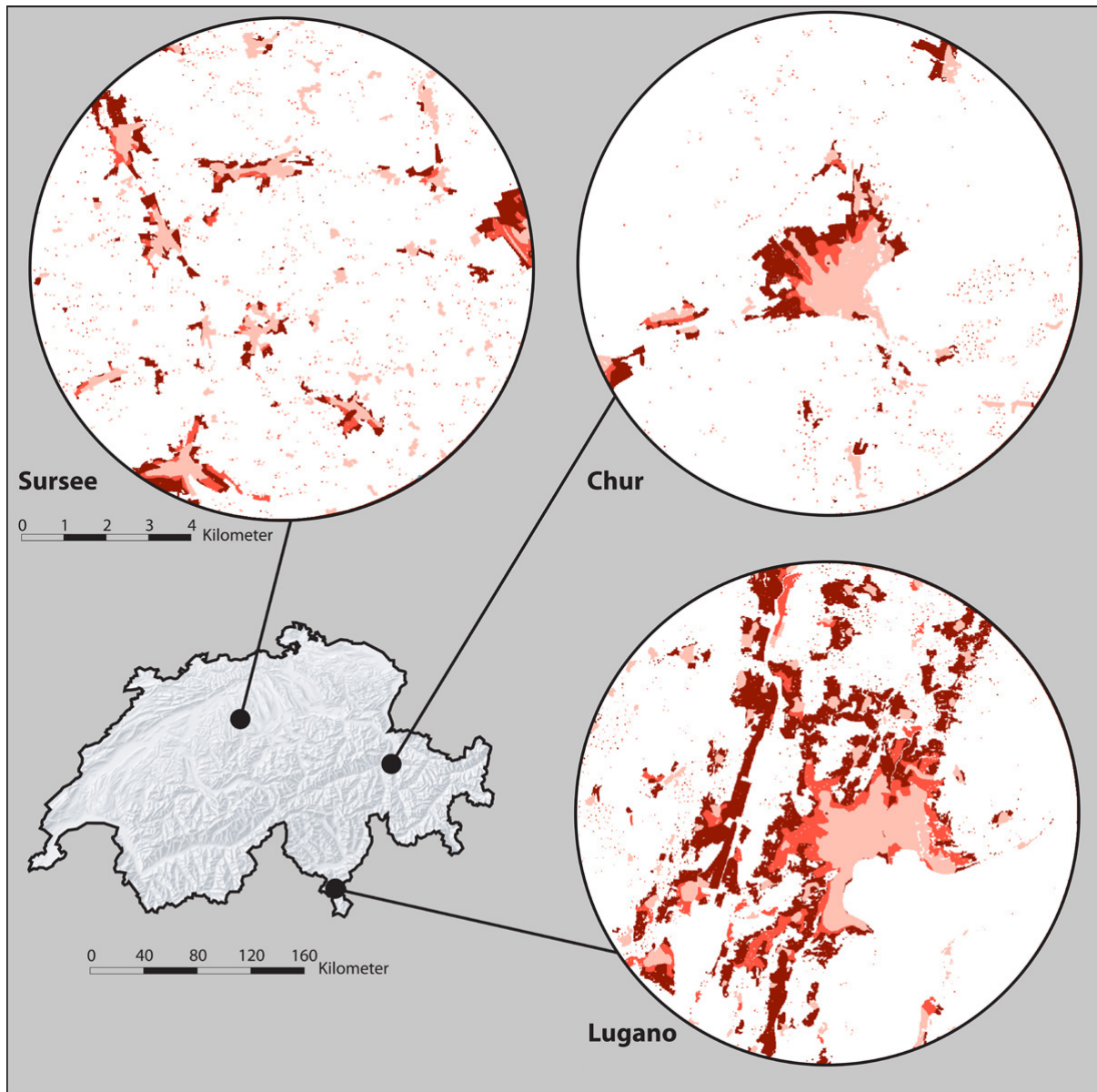


Abb. 1: Wachstum der Siedlungsflächen in den Regionen Sursee, Chur und Lugano. Die Karten zeigen die Entwicklung der Siedlungsflächen in den Jahren 1935 (pink), 1960 (rot) und 2002 (dunkelrot) (aus SCHWICK et al. 2010).

1.2 Auftrag und Zielsetzung

Ein Hauptanliegen der Raumplanung ist die Verhinderung oder zumindest die Eindämmung der Zersiedelung. Dies gebieten die Forderung nach haushälterischem Umgang mit dem Boden und das Prinzip der Nachhaltigkeit der räumlichen Entwicklung. Bei der Zersiedelung handelt es sich jedoch um ein vielschichtiges und mehrdimensionales Phänomen. Schon die Definitionsfrage – was ist „Zersiedelung“? – ist oft schwierig zu beantworten und in der Fachliteratur herrscht über die Antwort kein Konsens. Oft werden Ursachen und Auswirkungen nicht klar vom Phänomen der Zersiedelung selber unterschieden. Dies kann zu einer verwirrenden Vielzahl von Definitionen führen, die unterschiedliche, und zum Teil sogar widersprüchliche Aspekte hervor-

heben. Daher ist es wichtig, dass quantitative Erfassungsmethoden mit qualitativen Experten-einschätzungen abgeglichen werden.

Die Basis zu dem hier vorliegenden Bericht wurde in zwei vorangehenden Forschungsprojekten erarbeitet. Das erste Projekt „Landschaftszersiedelung Schweiz – Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung“ erarbeitete die Grundlagen und wurde vom nationalen Forschungsprogramm 54 (NFP54) des Schweizerischen Nationalfonds zur nachhaltigen Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung finanziert (JAEGER et al. 2008, JAEGER et al. 2010a, 2010b). Das zweite Projekt „Landschaftsbeobachtung Schweiz Modul A“ des Bundesamtes für Umwelt verfeinerte die gewonnenen Erkenntnisse (ROTH et al. 2010). Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) war an den Resultaten der Studie stark interessiert und hat daher mit den Projektbearbeitern und mit finanzieller Zusatzunterstützung durch das NFP54 ein Projekt lanciert, um die Resultate detaillierter auszuarbeiten. Im Vordergrund stand einerseits die quantitative Analyse der Zersiedelung von Testregionen mit der Methode aus dem NFP54-Projekt. Es sollte geprüft werden, ob Anpassungen der Methode allenfalls zu noch schlüssigeren Resultaten führen könnten. Neben diesem methodischen Aspekt spielt die planerische und politische Verwertbarkeit eine zentrale Rolle. Im Hinblick auf die intensivierten Diskussionen über Zersiedelung im Kontext der Landschaftsinitiative sollten anschauliche und intuitiv nachvollziehbare Fallbeispiele herausgearbeitet werden. Mit diesen Beispielen kann aufgezeigt werden, was unter „Zersiedelung“ aus raumplanerischer Sicht zu verstehen ist.

Drei Bereiche waren zentral für die Zusammenarbeit zwischen den Autoren und den Auftraggebern:

1. Berichterstattung über die Methodik des Zersiedelungsindikators (Kapitel 2)
2. Berechnung der neuen Zersiedelungsparameter für die Raumtypen des ARE (Abschnitt 3.2) und für 30 ausgewählte Teilregionen (Abschnitt 3.3)
3. Analyse, wie sich die konsequente Anwendung von Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung auf den Wert des Zersiedelungsindikators und auf die Siedlungsstrukturen auswirken würde (Abschnitt 3.4).

2 Methode für die Erfassung der Zersiedelung in Zahlen

2.1 Definition von Zersiedelung

Um das Ausmass der Zersiedelung in Zahlen zu erfassen, wird eine geeignete Messmethode benötigt. Jede Messmethode beruht auf einer klaren Definition des Phänomens, das gemessen werden soll. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich jedoch mehrere unterschiedliche Definitionen von Zersiedelung. Die meisten von ihnen sind zudem zu ungenau, um als Grundlage für die Messung der Zersiedelung zu dienen. Benötigt wird eine möglichst genaue Definition, die das eigentliche Phänomen der Zersiedelung von seinen Ursachen und Auswirkungen unterscheidet und nicht miteinander vermischt¹. Daher wurde die folgende Definition der Zersiedelung gewählt, nachdem zahlreiche Definitionen aus der Literatur zusammengetragen und verglichen worden waren (JAEGER et al. 2010a):

Definition der Zersiedelung im Rahmen der vorliegenden Analyse

Je mehr Flächen bebaut sind, je weiter gestreut die Gebäude sind und je geringer die Ausnützung der Siedlungsflächen durch Einwohner oder Arbeitsplätze ist, desto höher ist daher die Zersiedelung. Somit ist der Grad der Zersiedelung das Ausmass der Bebauung der Landschaft mit Gebäuden und ihrer Streuung, im Verhältnis zur Ausnützung der überbauten Flächen für Wohn- oder Arbeitszwecke.

Ausgehend von der Definition von Zersiedelung entwickelten die Autoren ein Gedankenmodell, das sich mathematisch umsetzen lässt. Sowohl das Ausmass der Siedlungsfläche als auch die Streuung der Siedlungen im Raum sollen in die Messgrösse einfließen. Dazu ist die folgende Vorstellung hilfreich: Von einem zufällig in der Siedlungsfläche postierten Verteilzentrum muss an jedes Gebäude eine Lieferung gebracht werden. Dabei muss jede Lieferung vom Verteilzentrum ausgehen. Der aufsummierte Weg, den der Zulieferer zu sämtlichen Bauten innerhalb der Landschaft zurücklegen muss, ist ein Mass für die Zersiedelung. Dieser Weg nimmt mit steigender Anzahl der zu beliefernden Bauten (entsprechend zunehmender Siedlungsfläche) und grösserer Distanz zu den einzelnen Bauten zu (Mass für die Streuung).

Diese Weglänge hängt allerdings davon ab, wo das Verteilzentrum steht. Peripher gelegene Verteilzentren haben längere Verbindungswege. Daher wird in einem nächsten Schritt noch über alle Orte innerhalb der Siedlungsfläche als mögliche Standorte des Verteilzentrums gemittelt.

Als letzter Schritt wird eine Gewichtungsfunktion in Abhängigkeit der Distanz benötigt, die etwas weniger rasch ansteigt als die Distanz (d.h. nicht linear; siehe JAEGER ET AL. 2008 und 2010B für Einzelheiten). Diese Funktion charakterisiert den „Aufwand“ für das Erreichen der Auslieferorte (Aufwandfunktion). Dies hat im Fall von drei in einer Linie angeordneten Gebäuden zur Folge, dass der Zersiedelungsgrad dann am höchsten ist, wenn das mittlere Gebäude möglichst weit von den beiden anderen Gebäuden entfernt ist (d.h. genau in der Mitte zwischen ihnen). Je näher es zu einem der beiden anderen Gebäude rückt (d.h. je stärker die drei Gebäude „geklumpt“ sind), umso mehr nimmt der Zersiedelungsgrad ab. Dabei bleibt jedoch die Summe der drei Entfernungen zwischen den drei Gebäuden gleich.

Dieses Modell dient als Basis, um eine mathematische Formel zu entwickeln. Mit ihr kann man für beliebige Siedlungsmuster den Wert für den Zersiedelungsgrad errechnen.

¹ In der raumplanerischen Fachdiskussion wird Zersiedelung oft umfassender definiert als in der vorliegenden Arbeit. Nebst Flächenwachstum, Dispersion oder Dichte sind auch Aspekte der Infrastrukturkosten und der Siedlungsqualität (Versorgung, Ästhetik und Wohnlichkeit der Siedlungen) zentral. Wirkungszusammenhänge bzw. Folgeerscheinungen wie verkehrliche Auswirkungen, der Verlust hochwertiges Ackerlandes oder die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.

2.2 Zersiedelung als Kombination von Siedlungsfläche, Streuung und Ausnützung

Der Indikator für die Zersiedelung besteht aus einer Kombination von drei Messgrößen:

*Zersiedelung = Urbane Durchdringung * Gewichtung₁(Dispersion) * Gewichtung₂(Ausnutzungsdichte),*

oder in Symbolschreibweise:

$$Z = UP * g_1(DIS) * g_2(AD).$$

Diese drei verwendeten Messgrößen sind folgendermassen definiert:

1. Die **Urbane Durchdringung** (*UP = urban permeation*) wird in Durchsiedlungseinheiten pro km² Landschaft angegeben (abgekürzt: DSE/km²). *UP* misst nicht nur, wie gross die Siedlungsfläche ist (Abb. 2), sondern auch, wie stark sie gestreut ist. Die *UP*-Werte von Landschaften unterschiedlicher Grösse können direkt miteinander verglichen werden.

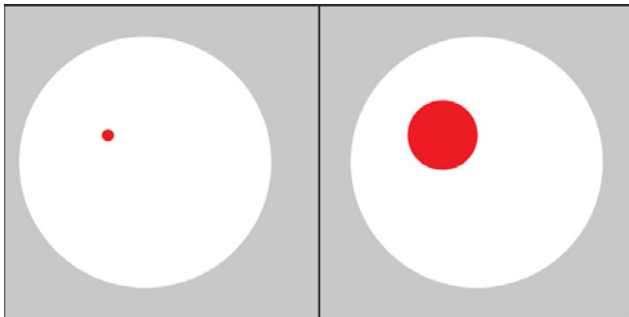


Abb. 2: In einer Landschaft (weiss) nimmt die Zersiedelung, zu wenn die Siedlungsfläche (rot) wächst.

2. **Dispersion (DIS):** Die Streuung der Siedlungsflächen wird als *Dispersion (DIS)* bezeichnet. Die Einheit von *DIS* ist «Durchsiedlungseinheiten pro m² Siedlungsfläche». Das Mass der Dispersion charakterisiert das Muster der Siedlungsflächen aus einer geometrischen Perspektive. Der Grundgedanke ist, dass die Zersiedelung sowohl bei einer Zunahme der Siedlungsflächen als auch bei einer stärkeren Streuung der Siedlungsflächen ansteigt (Abb. 3). Die Dispersion quantifiziert den zweiten Aspekt. Die Messgrösse verwendet die Distanzen zwischen je zwei Punkten, die innerhalb von Siedlungsflächen liegen (gemittelt über alle möglichen Punktepaare). Je weiter diese Punkte voneinander entfernt sind, desto höher ist ihr Beitrag zur Dispersion.

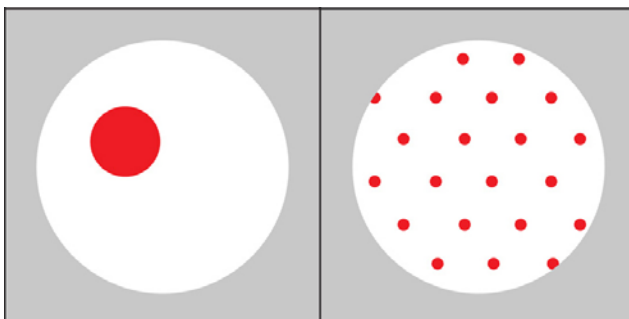


Abb. 3: In einer Landschaft (weiss) nimmt die Zersiedelung zu wenn die Streuung der Siedlungsflächen (rot) zunimmt.

3. **Ausnutzungsdichte (AD):** Je mehr Einwohner und Arbeitsplätze auf einer überbauten Fläche vorhanden sind, umso besser ist die Ausnutzung der Fläche (Abb. 4). Die Ausnutzungsdichte wird in der Anzahl der Personen oder Arbeitsplätze pro Hektar Siedlungsfläche gemessen. Der Kehrwert der Ausnutzungsdichte – die Flächeninanspruchnahme pro Person – wird in m² Siedlungsfläche pro Einwohner oder Arbeitsplatz gemessen.

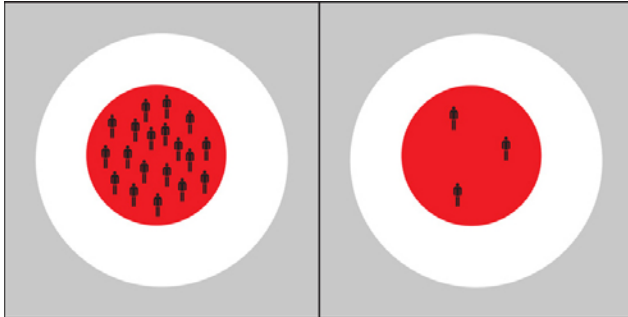


Abb. 4: In einer Landschaft (weiss) ist die Zersiedelung höher, wenn die Ausnutzungsdichte der Siedlungsfläche (rot) geringer ist (rechts).

Da die Ausnutzungsdichte und die Dispersion mit den Gewichtungsfunktionen $g_2(AD)$ und $g_1(DIS)$ gewichtet werden, wird die Zersiedelung genauer auch als gewichtete Zersiedelung bezeichnet (Abb.5).

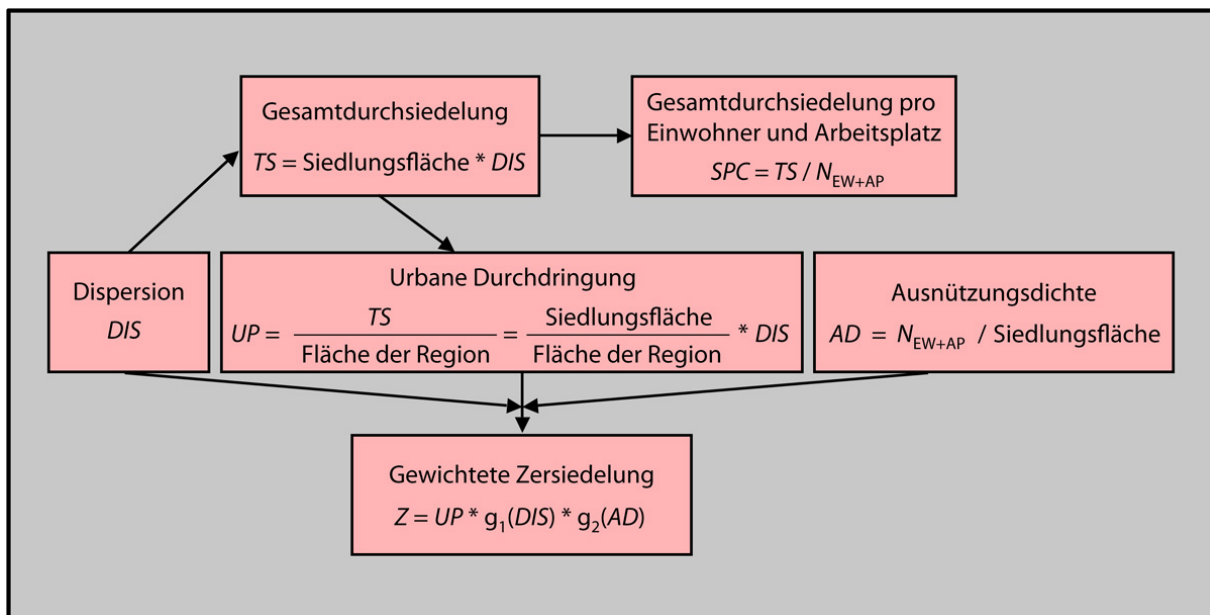


Abb. 5: Zusammenhang der Messgrößen für die Zersiedelung: Dabei bedeuten: DIS = Dispersion = Streuung der Siedlungsflächen; TS = Total Sprawl = Gesamtdurchsiedelung; SPC = Sprawl per Capita = Gesamtdurchsiedelung pro Einwohner und Arbeitsplatz; UP = Urban Permeation = Urbane Durchdringung; N_{EW+AP} = Zahl der Einwohner und Arbeitsplätze, g_1 und g_2 = Gewichtungsfunktionen für DIS und AD (aus SCHWICK et al. 2010).

Die Gewichtungsfunktionen der Dispersion und der Ausnutzungsdichte

Gewichtung der Dispersion: Die Gewichtung der Dispersion mit der Funktion $g_1(DIS)$ wurde so gewählt, dass Gebiete, in denen die Siedlungsflächen stärker gestreut sind, durch höhere Werte der Zersiedelung noch besser erkennbar werden. Umgekehrt werden Gebiete, in denen die Siedlungsflächen kompakt angeordnet sind (d.h. geringe Dispersion), mit einer geringeren Gewichtung multipliziert (d.h. < 1). Wenn die Streuung der Siedlungsflächen auf dem Niveau des schweizerischen Durchschnitts aus dem Jahr 1960 liegt, dann ist der Gewichtungsfaktor = 1 (d.h. gleich bleibend). Die Werte von $g_1(DIS)$ liegen zwischen 0.5 und 1.5 (Abb. 6 rechts). Dadurch werden die Unterschiede zwischen Gebieten mit starker und geringer Streuung besser deutlich. Als Konsequenz daraus ist DIS nicht nur in UP enthalten, sondern auch in $g_1(DIS)$.

Gewichtung der Ausnutzungsdichte: Die Gewichtung der Ausnutzungsdichte mit der Funktion $g_2(AD)$ bringt zum Ausdruck, dass Gebiete, in denen die Siedlungsflächen eine geringere Ausnutzungsdichte (hohe Flächeninanspruchnahme pro Person) besitzen, stärker zersiedelt sind als Gebiete mit einer hohen Ausnutzungsdichte (Abb. 4). Dieser Faktor ist stets kleiner als 1. Je höher die Ausnutzungsdichte ist, umso kleiner wird dieser Faktor. Wenn die Ausnutzungsdichte weniger als 40 Einwohner und Arbeitsplätze pro ha beträgt, liegt der Gewichtungsfaktor bei 1 oder nahe bei 1. Wenn die Ausnutzungsdichte mehr als 100 Einwohner und Arbeitsplätze pro ha beträgt (z.B. in den Innenstädten von Basel, Genf, Bern und Zürich), ist der Gewichtungsfaktor nahezu 0. Das bedeutet, dass diese Gebiete nicht als zersiedelt gelten. Zwischen 45 und 90 Einwohnern und Arbeitsplätzen pro ha sinkt der Gewichtungsfaktor gleichmässig von 80% auf 20%, und bei 68 Einwohnern und Arbeitsplätzen pro ha beträgt er 50%. Der Wert von 45 Einwohnern und Arbeitsplätzen pro ha entspricht einer Flächeninanspruchnahme von 400 m² Siedlungsfläche pro Einwohner, wie er vom Bundesrat in Jahr 2002 als Maximalwert vorgeschlagen worden ist (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 2008, S. 27).² Die Gewichtungsfunktion wurde somit so gewählt, dass die Gewichtung nahe bei 1 liegt, wenn Einwohner mehr Fläche beanspruchen, und unterhalb von 0.8, wenn Einwohner weniger Fläche in Anspruch nehmen als 400 m² pro Kopf (Abb. 6 links).

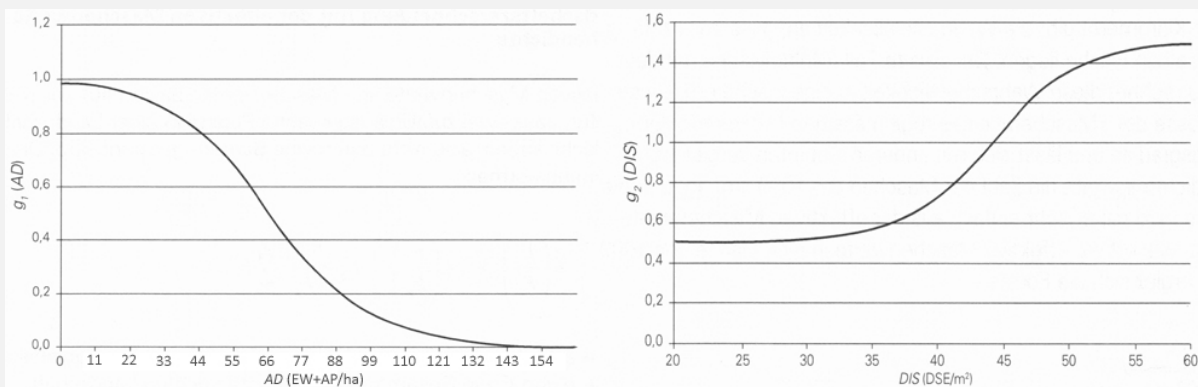


Abb. 6: Graphische Darstellung der Gewichtungsfunktionen $g_1(DIS)$ und $g_2(AD)$.

² Im Sinne einer Referenzgrösse soll die Siedlungsfläche bei 400m² pro Kopf der Bevölkerung stabilisiert werden. Die 400m² haben als Grundlage die Werte der Arealstatistik. Zur Siedlungsfläche gehören namentlich die Gebäudeareale inklusive Umschwung wie auch die Verkehrsflächen (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 2008).

2.3 Beobachtungshorizont und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Die Zersiedelung ist in der Landschaft nur bis zu einer bestimmten Distanz (z.B. Sichtweite) wahrnehmbar: Die Berechnung der Zersiedelung wird daher für jede Siedlungsfläche nur bis zu einer bestimmten Distanz durchgeführt. Diese Distanz wird „Beobachtungshorizont“ genannt. Siedlungsflächen, die weiter voneinander entfernt sind als der Beobachtungshorizont, tragen untereinander nicht mehr zur Zersiedelung bei. Dieser Beobachtungshorizont beschreibt den Analysemasstab, für den die Zersiedelung untersucht wird. Für die Schweiz, eignet sich ein Beobachtungshorizont von 2 Kilometern am besten und wurde für alle Berechnungen in diesem Bericht verwendet (JAEGER et al. 2010b, SCHWICK et al. 2010).

Zur Zersiedelung tragen nach obiger Definition Gebäude bei. Strassen und Eisenbahnlinien sind keine Gebäude und werden somit in der Messung der Zersiedelung nicht berücksichtigt. Sie werden hingegen beim Messen der Landschaftszerschneidung erfasst (z.B. JAEGER et al. 2007).

Die vorliegende Untersuchung ermittelte die Zersiedelung für die ganze Schweiz und schliesst weit zurückliegende Zeitschnitte ein. Um den Datenbedarf zu reduzieren, wurden Gebäude, die sich in geschlossenen Siedlungsflächen befinden, nicht einzeln erhoben, sondern Städte und Dörfer wurden als geschlossene Flächen erfasst. Somit sind innerhalb von geschlossenen Siedlungen alle Bodennutzungen miterfasst: Strassen, Plätze, Friedhöfe, etc. Ausserhalb der geschlossenen Siedlungsflächen wurden nur Einzelgebäude und grossflächige Verkehrsinfrastrukturanlagen, die auch Gebäude enthalten können (z.B. Rangierbahnhöfe und Flugplätze), als zersiedelnde Elemente berücksichtigt.

Bei der Interpretation der Werte von Z und UP ist schliesslich noch zu beachten, dass diese Werte auf die Grösse des gesamten Untersuchungsgebietes bezogen sind und daher auch die prinzipiell unbesiedelbaren Flächen einschliessen (Abb. 7). Wenn ein Untersuchungsgebiet – z.B. die touristischen Gemeinden nach der Raumtypologie des ARE – einen grossen Anteil an unbesiedelbaren Flächen wie z.B. Gewässer, Gletscher, Felsen oder Steilhänge besitzt, dann sind die Werte von Z und UP entsprechend gering. Um einen Vergleich mit anderen Regionen zu ermöglichen, die nur wenige unbesiedelbare Flächen besitzen, ist es nützlich, die Werte von Z und UP nur mit Bezug auf die tatsächlich besiedelbaren Flächen zu berechnen. Der Wert von Z und UP für den besiedelbaren Flächenanteil am Untersuchungsgebiet kann leicht bestimmt werden. Zum Beispiel besitzen die touristischen Gemeinden einen Wert von $Z = 0.52 \text{ DSE/km}^2$. Der Anteil der besiedelbaren Fläche – wenn die unproduktiven Flächen ausgeschlossen werden – beträgt 51 Prozent. Daher ist der Wert von Z für die besiedelbare Fläche $0.52 \text{ DSE/km}^2 / 0.51 = 1.02 \text{ DSE/km}^2$. (DIS und AD ändern sich nicht, da sie auf die Siedlungsfläche bezogen sind.)

Die Abgrenzung der besiedelbaren zu den unbesiedelbaren Flächen kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen: Abgrenzung durch die unproduktiven Flächen laut der Arealstatistik, „Tabuflächen“ für Bauten wie Wälder und Moorlandschaften oder allgemein durch topographische Eigenschaften wie die Höhenlage oder die Steilheit.

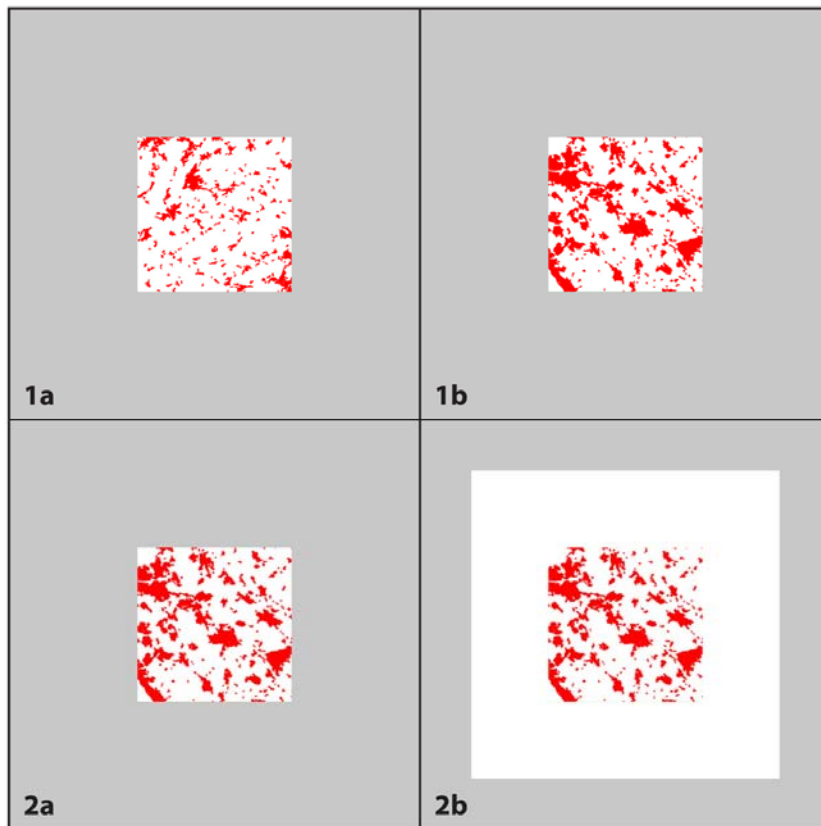


Abb. 7: Illustration zum Einfluss der Grösse des Untersuchungsgebiets auf den Wert der urbanen Durchdringung und der gewichteten Zersiedelung. Obere Bildreihe: Zwei Landschaften von gleicher Grösse (weiss) sind durchsetzt mit Siedlungsflächen (rot). In der Landschaft 1b befinden sich deutlich mehr Siedlungsflächen, was dazu führt, dass die urbane Durchdringung und die gewichtete Zersiedelung höher sind als in der Landschaft 1a. Untere Bildreihe: Zwei Landschaften mit der gleichen Siedlungsfläche und Anordnung der Siedlungsflächen. In beiden Landschaften ist die Dispersion (Streuung) der Siedlungsflächen gleich hoch (*DIS*). Die Landschaft rechts besitzt jedoch eine Fläche, die viermal grösser ist als die Fläche der Landschaft links. Deshalb sind die urbane Durchdringung und die gewichtete Zersiedelung in der Landschaft 2b vier Mal geringer als in der linken Landschaft 2a (denn $Z = TS / \text{Fläche der Region} \cdot g_1(DIS) \cdot g_2(AD)$) (aus SCHWICK et al. 2010).

2.4 Datengrundlagen

Als Datengrundlage wurden die Siedlungsflächen des digitalen Landschaftsmodells VECTOR25 der Swisstopo im Massstab 1:25'000 verwendet (für das Jahr 2002). Ausgehend von diesem Datensatz wurden die Siedlungsflächen der älteren Zeitschnitte in einem geographischen Informationssystem (GIS) digitalisiert. Für die Jahre 1960 und 1980 wurden dabei die Landeskarten im Massstab 1:100'000 und für das Jahr 1935 die Dufourkarten 1:100'000 verwendet (Abb.8). Die Abgrenzung der Siedlungsflächen erfolgte dabei nach denselben Kriterien, die im VECTOR25 verwendet wurden. Einzelgebäude ausserhalb der geschlossenen Siedlungsflächen wurden ebenfalls manuell digitalisiert. Die Informationen der Arealstatistik der Schweiz zu den Siedlungsflächen stehen erst für die Jahre 1979/85 und 1992/97 zur Verfügung (BFS 2001). Die Resultate der beiden Erhebungsmethoden zur Ausdehnung der Siedlungsflächen sind zwar nicht direkt vergleichbar, aber sie liegen nahe beieinander.

Die Einwohnerzahlen stammen aus den Volkszählungen der Jahre 2000, 1980 und 1960. Für das Jahr 1935 wurde ein Mittelwert der Einwohnerzahlen aus den Volkszählungen der Jahre 1930 und 1940 gebildet. Die Daten zu den Arbeitsplätzen wurden für den aktuellen Zeitschnitt (2002) der Eidgenössischen Betriebszählung des Jahres 2001 entnommen. Für die weiter zurückliegenden Zeitschnitte wurde die Pendlerstatistik aus den Volkszählungen verwendet. Für weitere Erläuterungen siehe SCHWICK et al. (2010).

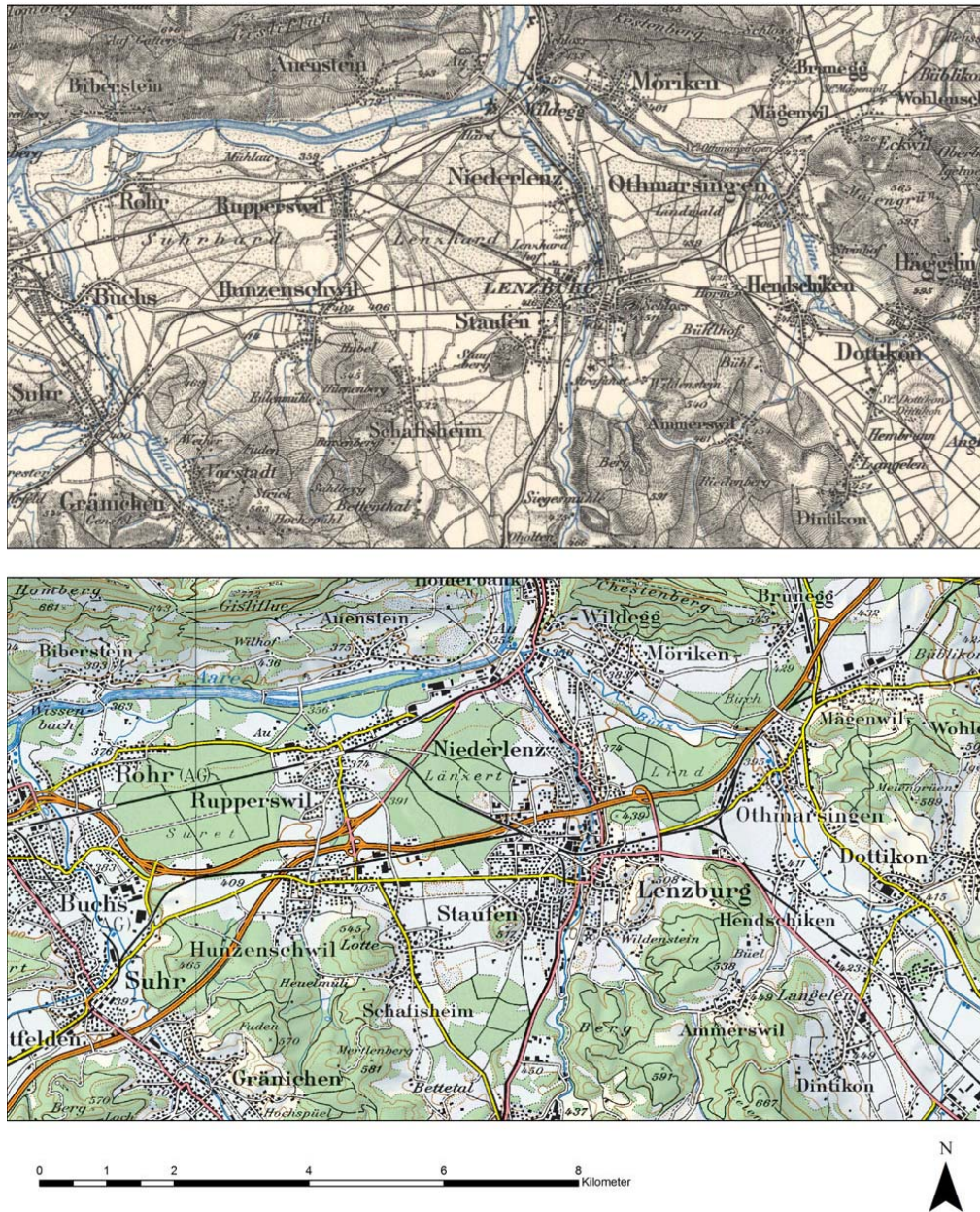


Abb. 8: Ausschnitt aus der Dufourkarte im Massstab 1:100'000 von 1935 (oben) und der Landeskarte von 2002 im Massstab 1:100'000 (unten) aus dem Kanton Aargau. (Kartengrundlage: swisstopo)

3 Resultate

Zu allen in diesem Kapitel vorgestellten Regionen finden sich die Werte zur gewichteten Zersiedelung Z und den Messgrößen UP , DIS und AD im Anhang B am Schluss des Berichtes.

3.1 Schweiz und biogeographische Regionen

In der Schweiz beträgt der Wert der gewichteten Zersiedelung im Jahr 2002 2.22 DSE/km² (Abb. 9). Dieser Wert hat von 1935 mit 0.87 DSE/km² über 1960 mit 1.25 DSE/km² und 1980 mit 1.94 DSE/km² kontinuierlich zugenommen. Die Hälfte des Wertes der gewichteten Zersiedelung von 2002 war in der Schweiz um 1951 erreicht; d.h. die Zersiedelung hat sich innerhalb der 51 Jahre von 1951-2002 verdoppelt. Die stärkste Zunahme der gewichteten Zersiedelung erfolgte dabei in den Jahren 1960 bis 1980 mit einem Anstieg um 0.69 DSE/km².

In allen fünf biogeographischen Regionen der Schweiz (Jura, Mittelland, Alpennordflanke, Zentralalpen, Alpensüdflanke; Abgrenzung nach dem Biodiversitäts-Monitoring der Schweiz, BDM) hat die gewichtete Zersiedelung zugenommen. In absoluten Werten war dieser Anstieg im Mittelland am stärksten, gefolgt vom Jura. Die drei biogeographischen Regionen der Alpen erreichen Werte der gewichteten Zersiedelung von einem Zehntel bis einem Viertel der Werte des Mittellandes. Die Rangfolge der Grossregionen bezüglich ihrer gewichteten Zersiedelung zu den vier Zeitschnitten änderte sich nicht. Im Jahr 2002 betrug der Wert der gewichteten Zersiedelung im Mittelland 5.02 DSE/km², im Jura 2.05 DSE/km², in der Alpensüdflanke 1.57 DSE/km², in der Alpennordflanke 1.15 DSE/km² und in den Zentralalpen 0.57 DSE/km².

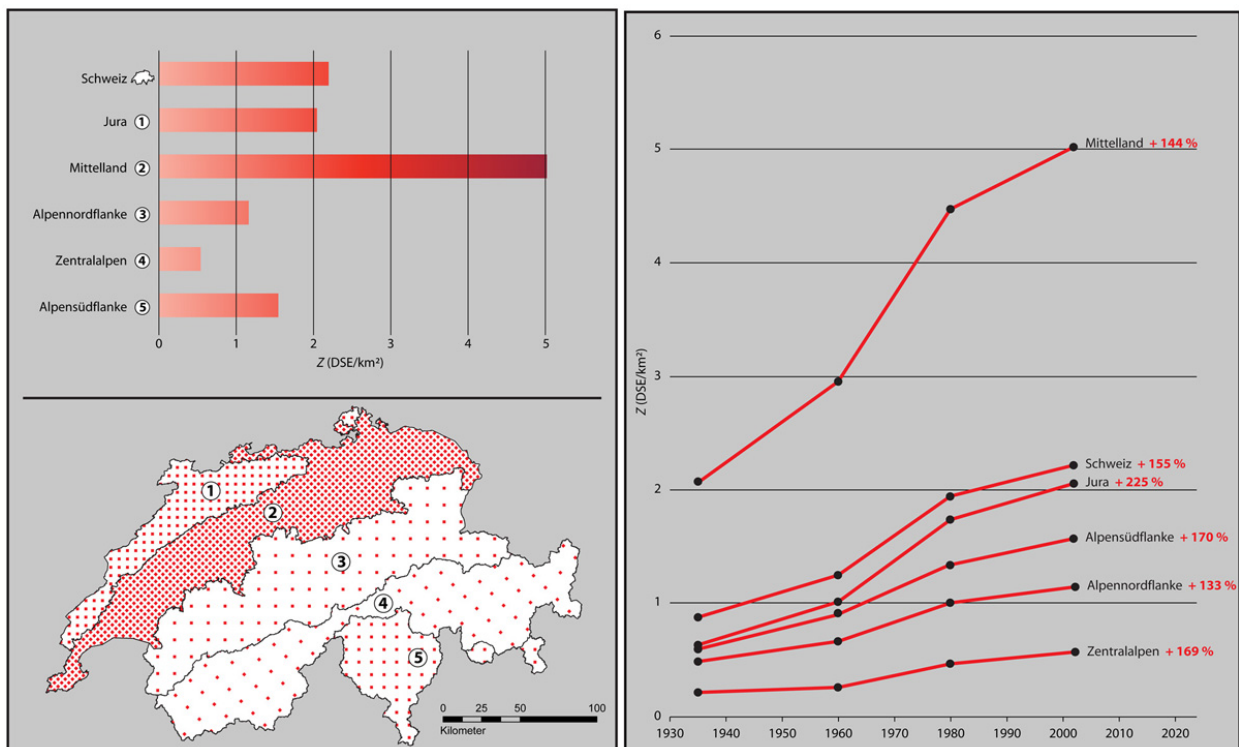


Abb. 9: Stand der gewichteten Zersiedelung im Jahr 2002 (links) und Entwicklung zwischen 1935 und 2002 (rechts) in der Schweiz und den fünf biogeographischen Regionen (aus SCHWICK et al. 2010).

Die relativen Zunahmen der gewichteten Zersiedelung sind am höchsten im Jura mit 225 Prozent, gefolgt von der Alpensüdflanke mit 170 Prozent, den Zentralalpen mit 169 Prozent und dem Mittelland mit 144 Prozent. Die kleinste relative Zunahme der gewichteten Zersiedelung erfolgte in der Alpennordflanke mit einem Anstieg von 133 Prozent. In den vier biogeographischen Regionen des Juras, des Mittellandes, der Alpennordflanke und der Zentralalpen erfolgte der stärkste Anstieg der gewichteten Zersiedelung in der Zeitspanne von 1960 – 1980. In der Alpensüdflanke erfolgte der stärkste prozentuale Anstieg bereits in der Periode 1935 – 1960. In allen biogeographischen Regionen hat sich die Zunahme der gewichteten Zersiedelung von 1980 – 2002 gegenüber den früheren Zeitperioden abgeschwächt. Die Zuwachsraten belaufen sich auf ungefähr einen Viertel bis einen Drittel der Zuwachsraten in der Messperiode 1960 – 1980. Neuste Resultate zeigen jedoch, dass sich die Zunahme der gewichteten Zersiedelung seit 2002 wahrscheinlich wieder beschleunigt hat. Eine Neuberechnung der gewichteten Zersiedelung für das Jahr 2010 ist geplant.

3.2 Regionen der Raumtypologie des ARE

In der Raumtypologie des ARE werden die Gemeinden auf neun Kategorien verteilt: Grosszentren, Nebenzentren der Grosszentren, Gürtel der Grosszentren, Mittelzentren, Gürtel der Mittelzentren, Kleinzentren, periurbane ländliche Gemeinden, agrarische Gemeinden und touristische Gemeinden. Zur Abgrenzung der einzelnen Raumtypen und der kartographischen Darstellung der Verteilung der einzelnen Gemeinden auf die Raumtypen siehe Anhang A.

Der Wert der gewichteten Zersiedelung hat in der Untersuchungsperiode von 1935 bis 2002 in allen neun Raumtypen zugenommen (Abb. 10).³

Im Jahr 2002 lag der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Raumtypen der Nebenzentren der Grosszentren, der Gürtel der Grosszentren, den Mittelzentren, der Gürtel der Mittelzentren und den Kleinzentren höher als der entsprechende Wert für die Schweiz insgesamt.

In den Raumtypen der Grosszentren, des periurbanen ländlichen Raumes, der agrarischen Gemeinden und der touristischen Gemeinden lag der Wert der gewichteten Zersiedelung tiefer als im Vergleich für die Schweiz insgesamt.

In den Raumtypen der Nebenzentren der Grosszentren, den Mittelzentren und den Kleinzentren fand das stärkste prozentuale Wachstum der gewichteten Zersiedelung in der Zeitperiode von 1935 bis 1960 statt (Abb. 11). In den Raumtypen der Grosszentren, der Gürtel der Grosszentren, der Gürtel der Mittelzentren, des periurbanen ländlichen Raumes, der agrarischen Gemeinden und der touristischen Gemeinden fand das stärkste Wachstum in der Zeitperiode von 1960 bis 1980 statt. In allen untersuchten Raumtypen ist in der Periode von 1980 bis 2002 ein deutlich schwächeres prozentuales Wachstum der gewichteten Zersiedelung feststellbar.

³ Die weiter unten beschriebenen Werte der gewichteten Zersiedelung gelten für die gesamte Fläche der jeweiligen Raumregion. Werden die unproduktiven Flächen (laut Arealstatistik 1994/97) aus der jeweiligen Raumregion ausgeschlossen, erhöht sich der Wert der gewichteten Zersiedelung um die folgenden Faktoren: Grosszentren 1.02, Nebenzentren der Grosszentren 1.01, Gürtel der Grosszentren 1.02, Mittelzentren 1.05, Gürtel der Mittelzentren 1.14, Kleinzentren 1.17, periurbaner ländlicher Raum 1.25, agrarische Gemeinden 1.25, touristische Gemeinden 1.95. Für die Schweiz insgesamt beträgt dieser Faktor 1.33. Siehe dazu Abschnitt 2.2.

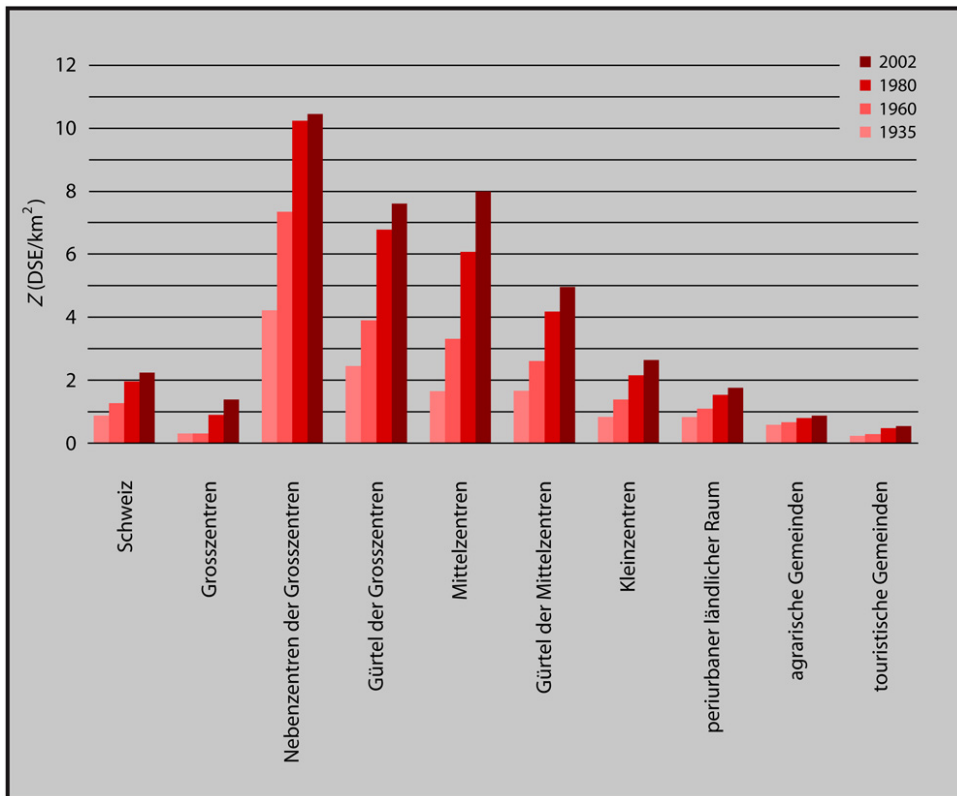


Abb. 10: Entwicklung der gewichteten Zersiedelung in den neun Raumkategorien der Raumtypologie des ARE und der Schweiz insgesamt zwischen 1935 und 2002.

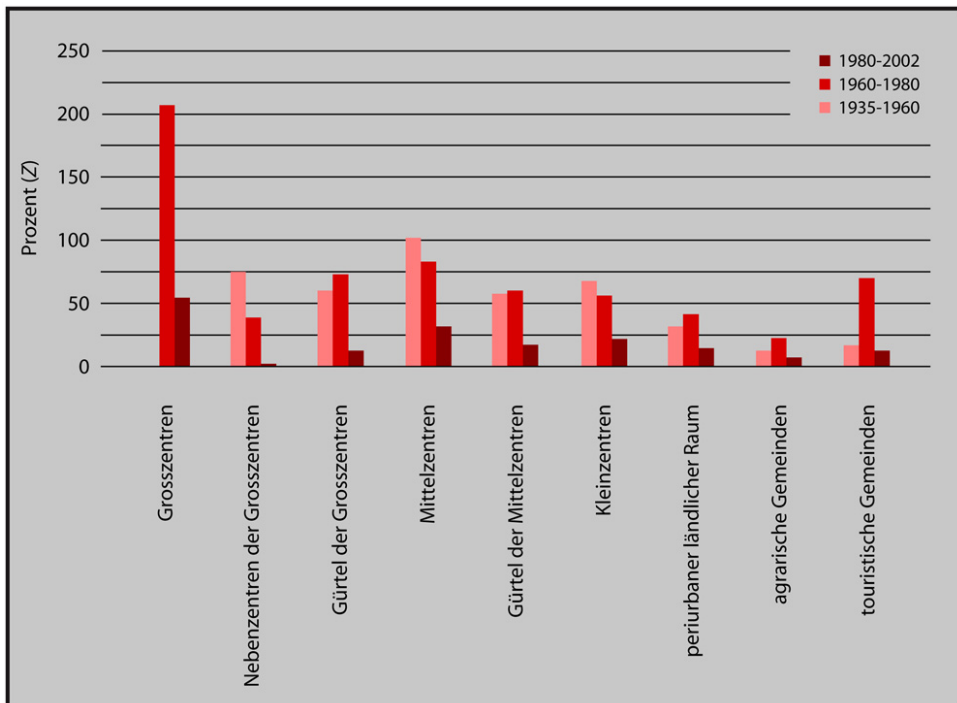


Abb. 11: Relative Zunahme der gewichteten Zersiedelung in den neun Raumkategorien der Raumtypologie des ARE zwischen 1935 und 2002.

Die Dispersion und der Siedlungsflächenanteil haben in allen Raumtypen in der Untersuchungsperiode zugenommen (Abb. 12).

Im Jahr 2002 lag der Wert der Dispersion in den Raumtypen der Grosszentren, der Nebenzentren der Grosszentren, der Gürtel der Grosszentren und der Mittelzentren oberhalb des Vergleichswertes der Schweiz insgesamt.

In den Raumtypen der Gürtel der Mittelzentren, der Kleinzentren, dem periurbanen-ländlichen Raum, den agrarischen Gemeinden und den touristischen Gemeinden lag er unterhalb des Vergleichswertes der Schweiz.

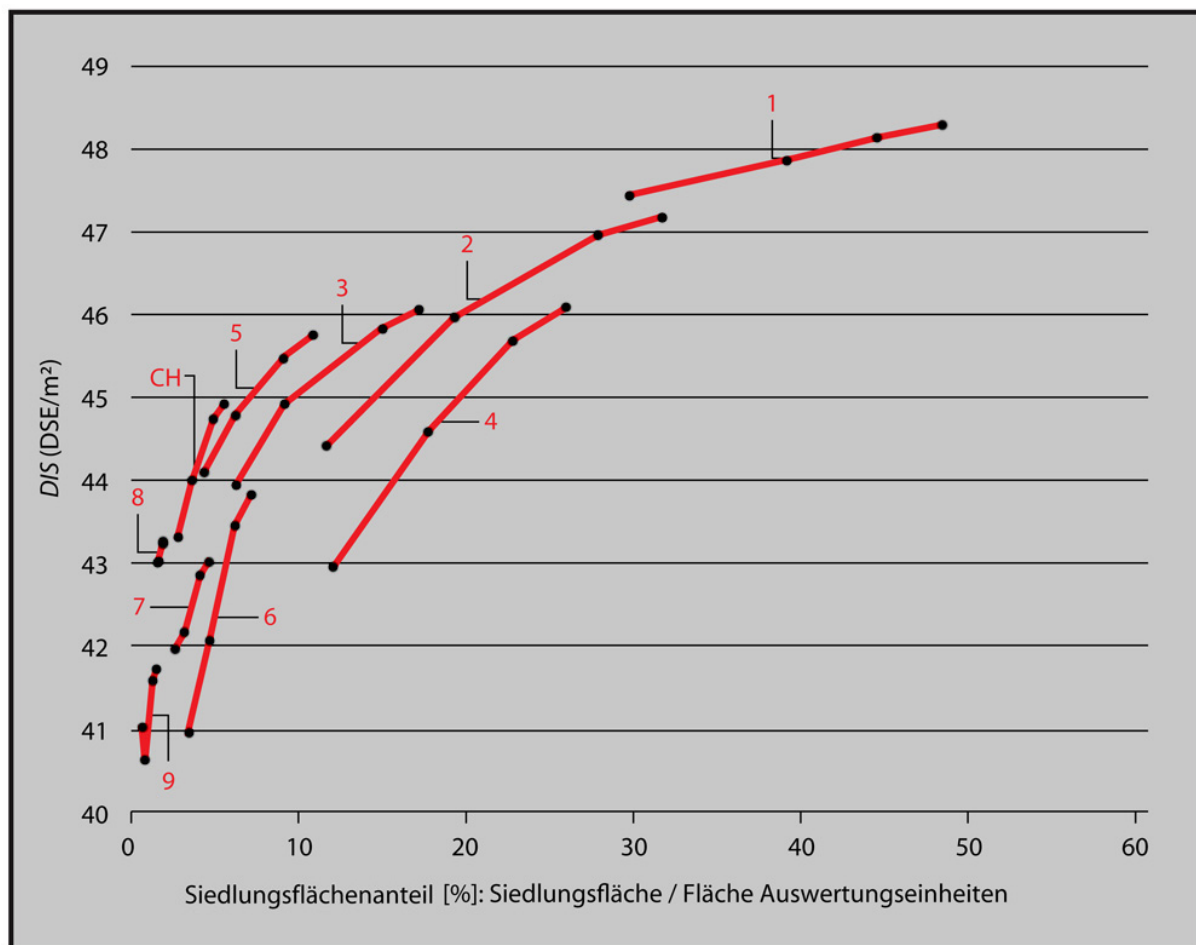


Abb. 12: Entwicklung des Zusammenhangs zwischen dem Siedlungsflächenanteil und der Streuung der Siedlungsflächen (*DIS*) in den neun Raumkategorien der Raumtypologie des ARE und in der Schweiz insgesamt zwischen 1935 und 2002. Die linke Markierung jeder Linie kennzeichnet das Jahr 1935, die rechte das Jahr 2002. Die beiden mittleren Punkte kennzeichnen die Jahre 1960 und 1980. Zum Vergleich: Der Wert der Dispersion für eine vollkommen gleichmässige Verteilung aller Siedlungsflächen in der Landschaft (d.h. keinerlei Aggregation) ist 49.6 DSE/m²: 1 Grosszentren, 2 Nebenzentren der Grosszentren, 3 Gürtel der Grosszentren, 4 Mittelzentren, 5 Gürtel der Mittelzentren, 6 Kleinzentren, 7 periurbaner ländlicher Raum, 8 agrarische Gemeinden, 9 touristischen Gemeinden.

Die Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz entwickelte sich in den einzelnen Raumtypen unterschiedlich (Abb. 13). In den Nebenzentren der Grosszentren und den Gürteln der Mittelzentren hat sich der Wert der Flächeninanspruchnahme kontinuierlich verringert. In den Mittelzentren und den Kleinzentren hat die Flächeninanspruchnahme kontinuierlich zugenommen. In den Gürteln der Mittelzentren, den periurbanen ländlichen Gemeinden, den agrarischen Gemeinden und den touristischen Gemeinden hat sie zwischen 1935 und 1980 kontinuierlich zugenommen und ist seitdem wieder gesunken. In den Grosszentren hat er sich zwischen 1935 und 1960 verringert, ist jedoch in der Zeit der Suburbanisierung zwischen 1960 bis 2002 wieder angestiegen.

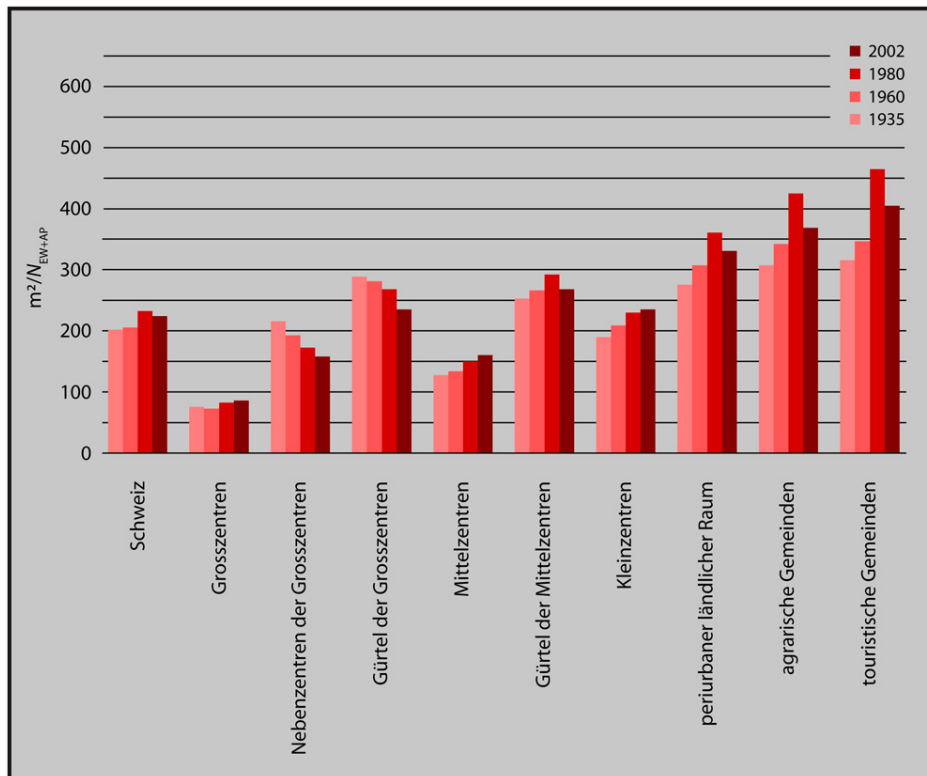


Abb. 13: Entwicklung der Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz in den neun Raumkategorien der Raumtypologie des ARE und in der Schweiz insgesamt zwischen 1935 und 2002.

Grosszentren: Der Wert der gewichteten Zersiedelung ist in den Grosszentren im Jahr 2002 mit 1.37 DSE/km² deutlich geringer als in der Schweiz insgesamt (2.22 DSE/km²). Nur die neun Gemeinden Zürich, Basel, Bern, Lausanne, Genf, St. Gallen, Winterthur, Luzern und Lugano werden dieser Kategorie zugerechnet. Obwohl diese Gemeinden einen sehr hohen Siedlungsflächenanteil von fast 50 Prozent erreichen und den höchsten Wert der Dispersion unter allen Raumtypen besitzen (48.3 DSE/m² im Jahr 2002), ist der Wert der gewichteten Zersiedelung gering. Dies ist auf die geringe Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz zurückzuführen: Im Jahr 2002 betrug sie nur 85.1 m². Als einziger der Raumtypen ist in den Grosszentren sogar eine Periode feststellbar, in der der Wert der gewichteten Zersiedelung nicht zugenommen hat. Sowohl im Jahr 1935 als auch im Jahr 1960 lag der Wert bei 0.29 DSE/km². In dieser Zeitperiode hat die Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze in den Grosszentren um 38.6 Prozent zugenommen, die Siedlungsfläche hat sich um 33.4 Prozent ausgedehnt. Die Verringerung der Flächeninanspruchnahme pro Person um 3.8 Prozent hat somit einen Anstieg der gewichteten Zersiedelung verhindert. Ein gegensätzliches Bild zeigt sich in den Jahren 1960 bis

1980 und abgeschwächt auch noch zwischen 1980 und 2002. Zwischen 1960 und 1980 hat sich in den Grosszentren die Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze um 0.4 Prozent verringert, die Siedlungsfläche ist aber gleichzeitig um 12.8 Prozent gewachsen. Dies führte zu einer höheren Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz und somit zusammen mit der weiter ansteigenden Dispersion zu einem deutlichen Anstieg der gewichteten Zersiedelung um 0.6 DSE/km² oder 207.4 Prozent.

Nebenzentren der Grosszentren: Hier beträgt der Wert der gewichteten Zersiedelung im Jahr 2002 10.43 DSE/km². Dies ist der höchste Wert unter allen Raumtypen. Die Zunahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung erfolgte relativ kontinuierlich. Seit 1980 bis 2002 ist ein deutlich geringeres Wachstum der gewichteten Zersiedelung feststellbar. Die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz hat sich kontinuierlich verbessert: Lag er 1935 noch bei 214.7 m², so sank er bis 2002 auf 157.9 m². Seit 1980 erreichte er Werte, die verdichteten Siedlungsflächen entsprechen, und somit wird der weitere Anstieg der gewichteten Zersiedelung gebremst (+2.0 %). Bei einer weiteren Verringerung der Flächeninanspruchnahme ist in der Zeit ab 2002 eine Abnahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung denkbar. Erwähnenswert ist die sehr starke Zunahme des Siedlungsflächenanteils im Untersuchungszeitraum. Waren die Nebenzentren der Grosszentren im Jahr 1935 nur zu 11.6 Prozent überbaut, so ist dieser Wert bis 2002 auf 31.8 Prozent angestiegen. Dies entspricht dem Wert der Grosszentren um das Jahr 1945. Die Dispersion hat in der ganzen Untersuchungszeit zugenommen. Interessant ist auch der Vergleich der Entwicklung der Dispersion mit den Mittelzentren: Die Nebenzentren der Grosszentren besitzen bei einem bestimmten Siedlungsflächenanteil einen deutlich höheren Wert der Dispersion als die Mittelzentren (Abb. 12).

Gürtel der Grosszentren: Der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Nebenzentren der Grosszentren beträgt im Jahr 2002 7.60 DSE/km². Dies ist der zweithöchste Wert unter allen Raumtypen. Die Zunahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung erfolgte zwischen 1935 (2.43 DSE/km²) über 1960 (3.89 DSE/km²) bis 1980 (6.75 DSE/km²) relativ kontinuierlich. Von 1980 bis 2002 ist ein geringeres Wachstum der gewichteten Zersiedelung feststellbar. Das höchste prozentuale Wachstum der gewichteten Zersiedelung erfolgte in der Periode 1960 bis 1980 mit 73.5 Prozent.

In den Gürteln der Grosszentren hat sich der Flächenbedarf pro Einwohner oder Arbeitsplatz kontinuierlich verbessert: Lag er 1935 noch bei 288.9 m², so sank er bis 2002 auf 235.5 m². Dieser Wert liegt allerdings noch immer oberhalb des gesamtschweizerischen Wertes (222.9 m²). Bei einer weiteren Verringerung der Flächeninanspruchnahme ist zukünftig eine Abnahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung denkbar.

Mittelzentren: Der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Mittelzentren belief sich im Jahr 2002 auf 8.00 DSE/km². Die gesamte Zunahme im Untersuchungszeitraum betrug 6.38 DSE/km² oder 392 Prozent. Von 1935 bis 1980 waren die Mittelzentren noch schwächer zersiedelt als die Gürtel der Grosszentren. Im Jahr 2002 lag der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Mittelzentren dann jedoch um 0.44 DSE/km² über dem Wert der Gürtel der Grosszentren. Während in beiden Raumtypen die Siedlungsfläche von 1980 bis 2002 um fast den gleichen Betrag angestiegen ist, hat sich die Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze unterschiedlich entwickelt: + 31.8 Prozent in den Gürteln der Grosszentren und + 7.1 Prozent in den Mittelzentren. Dies führte bei den Mittelzentren zu einer weiteren Erhöhung des Flächenbedarfs pro Einwohner und Arbeitsplatz um 6.6 Prozent und in der Folge (zusammen mit dem weiteren Anstieg der Dispersion) zum beobachteten Anstieg des Wertes der gewichteten Zersiedelung.

Gürtel der Mittelzentren: Die Gürtel der Mittelzentren besaßen im Jahr 2002 einen Wert der gewichteten Zersiedelung von 5.05 DSE/km². Der Anstieg der gewichteten Zersiedelung von 1935 bis 2002 erfolgte gleichmässig mit einem leicht stärkeren Anstieg in der Periode 1960 bis 1980. Die Dispersion ist angesichts des gegebenen Siedlungsflächenanteils sehr hoch (Abb. 13).

Die Gemeinden in den Gürteln der Mittelzentren weisen also eine relativ hohe Streuung der Siedlungsflächen bei der gegebenen Siedlungsfläche aus. Die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz hat sich in den letzten 67 Jahren nur geringfügig verändert und betrug im Jahr 2002 268.7 m².

Kleinzentren: Der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Kleinzentren betrug im Jahr 2002 2.63 DSE/km². Die Zunahme in den letzten 67 Jahren belief sich auf 1.82 DSE/km² oder 223 Prozent. Im Jahr 1935 lag der Wert der gewichteten Zersiedelung in den Kleinzentren noch bei 0.82 DSE/km², d.h. unterhalb des Vergleichswerts der Schweiz insgesamt. Seit 1960 liegt er oberhalb. Im Jahr 1935 besaßen die Kleinzentren den geringsten Wert der Dispersion unter allen Raumtypen mit 40.97 DSE/m². Bis zum Jahr 2002 hat sich der Wert der Streuung der Siedlungsflächen stark um 2.89 DSE/m² auf 43.86 DSE/m² erhöht. Die Flächeninanspruchnahme hat sich von 1935 mit einem Wert von 189 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz bis zum Jahr 2002 mit einem Wert von 233 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz kontinuierlich erhöht.

Periurban-ländlicher Raum: Der Wert der gewichteten Zersiedelung belief sich im Jahr 2002 im periurbanen ländlichen Raum auf 1.75 DSE/km². Der Wert hat seit 1935 um 0.94 DSE/km² oder 116 Prozent zugenommen. Die Dispersion erreichte im Jahr 2002 einen relativ geringen Wert von 43.05 DSE/m². Hoch ist die Flächeninanspruchnahme von 330 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz. Die Dynamik der Siedlungsentwicklung war in diesem Raumtypus bis 1980 relativ gering ausgeprägt. In der Zeit von 1980 bis 2002 ist jedoch im Vergleich zu den anderen Raumtypen ein überproportionales Wachstum der Zahl der Einwohner und Arbeitsplätze feststellbar.

Agrarische Gemeinden: Der Wert der gewichteten Zersiedelung in den agrarischen Gemeinden belief sich im Jahr 2002 auf 0.87 DSE/km². Die Zunahme während der 67 Untersuchungsjahre betrug 0.29 DSE/km² oder 49.3 Prozent. Dies ist die geringste relative Zunahme unter allen Raumtypen. Die Streuung der Siedlungsflächen hat in der Untersuchungszeit minim um 0.33 DSE/m² auf 43.32 DSE/m² zugenommen. Diese Gemeinden sind per Definition landwirtschaftlich geprägt und waren es somit auch zu allen vorhergehenden Untersuchungszeiten und zeichnen sich durch eine geringe Dynamik aus. Sie besitzen einen geringen Siedlungsflächenanteil (jedoch mit einer hohen Flächeninanspruchnahme von 367 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz im Jahr 2002), verzeichnen ein geringes Bevölkerungswachstum und nur eine geringe Zunahme der Dispersion.

Touristische Gemeinden: Im Jahr 1935 betrug der Wert von der gewichteten Zersiedelung 0.23 DSE/km², und bis zum Jahr 2002 stieg er um 0.29 DSE/km² oder 127 Prozent auf 0.52 DSE/km² an. Der stärkste Anstieg erfolgte in der Periode 1960 bis 1980. Diese Gemeinden befinden sich fast ausschliesslich im Alpenraum. Sie sind spärlich besiedelt und von einer hohen Flächeninanspruchnahme pro Person gekennzeichnet (404 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz im Jahr 2002). Die Dispersion ist die geringste unter allen Raumtypen. Nur im Raumtyp der touristischen Gemeinden konnte in einer Untersuchungsphase ein deutlicher Rückgang der Dispersion festgestellt werden (-0.44 DSE/m²): Zwischen 1935 und 1960 nahm die landwirtschaftliche Nutzung in diesen Gebieten ab. Eine mögliche Erklärung ist, dass viele einzelne, verstreut gebaute und ehemals landwirtschaftlich genutzte Gebäude (Scheunen, Ställe etc.) verfielen. Gleichzeitig war in dieser Zeit noch kein starkes Wachstum von touristisch genutzten Gebäuden feststellbar.

In den touristischen Gemeinden ist zu berücksichtigen, dass diese Gebiete ausgesprochen zersiedelungssensitiv sind. Bereits kleine Zunahmen der Zersiedelung wirken sich hier deutlich auf das Landschaftsbild aus.

3.3 Testregionen

Neben den flächendeckenden Analysen der Zersiedelung nach der Raumtypologie des ARE wurden für insgesamt 30 Testregionen der Indikator der Zersiedelung *Z* und die Messgrößen *UP*, *DIS* und *AD* berechnet (Abb. 14). Die Testregionen wurden ausgewählt, um die Eignung der Messmethode anhand von möglichst unterschiedlichen Siedlungsstrukturen der Schweiz systematisch zu überprüfen. Allgemeine Kriterien zur Auswahl der Testregionen waren:

- Alle Landesteile sind vertreten: Deutschschweiz, Romandie, Südschweiz
- Alle biogeographischen Regionen sind vertreten: Jura, Mittelland, Alpennordflanke, Zentralalpen, Alpensüdflanke
- Alle Entwicklungsstufen der Zersiedelung sind vertreten: gering bis sehr stark
- Verschiedene Siedlungsmuster: Streusiedlung, Haufendörfer, Siedlungsbänder, urbane Grossräume etc.

In einem zweiten Schritt wurden von diesen 30 Testregionen zwölf Regionen ausgewählt, die in der Untersuchungszeit typische Entwicklungen der Siedlungsstruktur aufwiesen, um exemplarisch verschiedene Stadien der Zersiedelung auszuarbeiten. Diese zwölf Regionen wurden danach von den Autoren in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der Begleitkommission zu Faktenblättern ausgebaut (SCHWICK und JAEGER 2010).

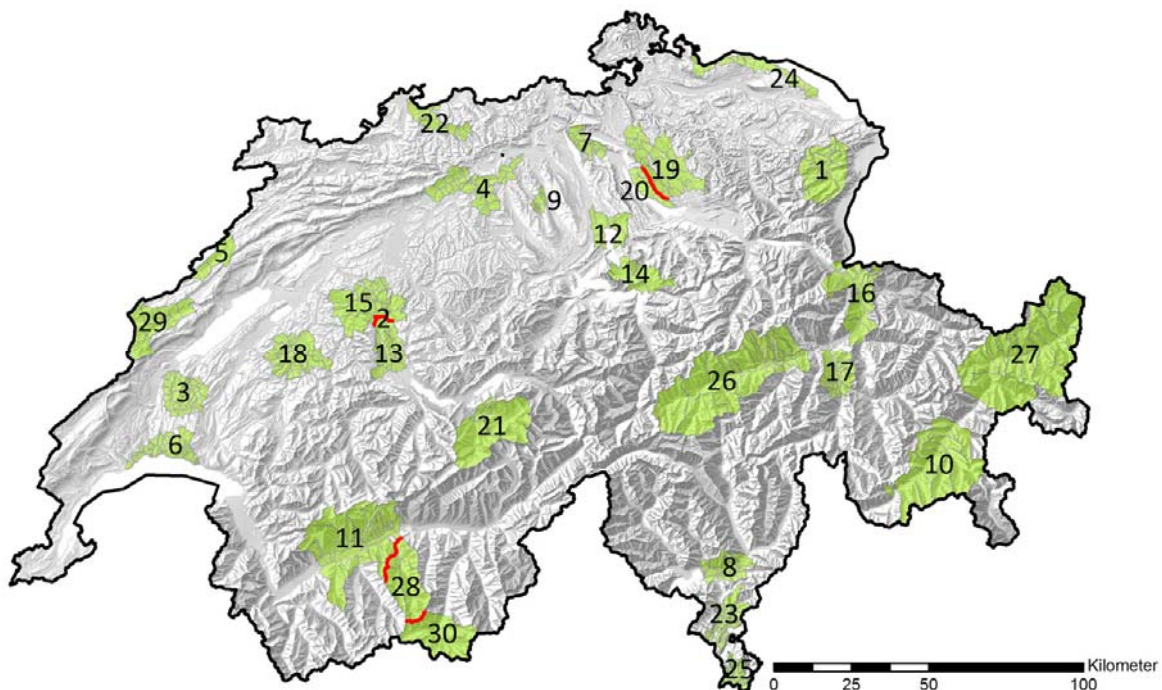


Abb. 14: Lage der 30 Testregionen. Grenzen zwischen Testregionen, die sich berühren, sind rot markiert: 1 Appenzell, 2 Bern / Aare- und Gürbetal, 3 Echallens, 4 Kreuzung Schweizer Mittelland, 5 La Chaux-de-Fonds/Le Locle, 6 Lausanne, 7 Limmattal, 8 Magadinoebene, 9 Menziken /Reinach, 10 Oberengadin, 11 Zentralwallis, 12 Zug, 13 Aare- und Gürbetal, 14 Arth Goldau-Schwyz-Brunnen, 15 Bern, 16 Bündner Rheintal, 17 Domleschg, 18 Freiburg, 19 Glattal-Pfäffikersee, 20 Goldküste, 21 Grindelwald, 22 Liestal, 23 Lugano, 24 Romanshorn – Stein am Rhein, 25 Südzipfel Tessin, 26 Surselva, 27 Unterengadin, 28 Val d’Anniviers, 29 Val de Travers, 30 Zermatt.

Gewichtete Zersiedelung: Eine erste Gruppe von Testregionen besitzt im Jahr 2002 geringe Werte der gewichteten Zersiedelung unterhalb von 2 DSE/km²: Diese Regionen befinden sich in den Alpen oder im Jura oder sind agrarisch geprägt (Zermatt, Oberengadin, Grindelwald, Appenzell, Val de Travers, Echallens, Surselva, Val d'Anniviers, Domleschg und Unterengadin). Diese Testregionen besitzen auch bei der Ausklammerung der unproduktiven Flächen aus dem Untersuchungsgebiet die geringsten Werte der gewichteten Zersiedelung.

Eine zweite Gruppe von Testregionen besitzt mittlere Werte der gewichteten Zersiedelung zwischen 2 und 7 DSE/km². Dies sind die Regionen Zentralwallis, Zug, Magadinoebene, Bern, Bern/Aare- und Gürbetal, La Chaux-de-Fonds/Le Locle, Bündner Rheintal, Freiburg, Arth Goldau, Romanshorn/Stein am Rhein und Aare- und Gürbetal. Die Zusammensetzung dieser Gruppe ist ausgesprochen heterogen. Es finden sich darin Regionen mit einer Grossstadt, inneralpine Regionen und Gebiete aus dem Mittelland.

Die dritte Gruppe von Regionen weist hohe bis sehr hohe Werte der gewichteten Zersiedelung auf, die zwischen 7 DSE/km² und 20 DSE/km² liegen. Dies sind die Regionen Menziken-Reinach, Glatttal-Pfäffikersee, Limmattal, Liestal, Kreuzung Schweizer Mittelland, Lugano, Lausanne, Goldküste und Südzipfel Tessin. Alle diese Regionen sind Teil von Agglomerationen.

In keiner der 30 Testregionen hat sich die gewichtete Zersiedelung im Untersuchungszeitraum verringert. Nur in drei Regionen ist zu bestimmten Zeitabschnitten eine Abnahme feststellbar: Zwischen 1980 und 2002 um geringe 0.57 Prozent in der Region Appenzell, um 6.35 Prozent zwischen 1935 und 1960 in der Region Lausanne und in der Region Zug in der Zeitspanne 1935 bis 60 um 1.84 Prozent und zwischen 1980 und 2002 um 34.05 Prozent.

Dispersion: Die geringsten Werte der Dispersion (unter 42 DSE/m²) finden sich entweder in peripheren inneralpiner Gebieten (Zermatt, Oberengadin, Val d'Anniviers, Unterengadin), im Jura (Val de Travers) oder in ländlichen Regionen mit ausgeprägten Haufendörfern (Echallens). Hohe Werte der Dispersion von über 46 DSE/m² im Jahr 2002 erreichen Regionen mit einer Kernstadt (Bern, Lausanne, Lugano, Freiburg) oder Regionen in einem suburbanen Raum (Menziken-Reinach, Glatttal-Pfäffikersee, Limmattal, Liestal, Kreuzung Schweizer Mittelland, Südzipfel Tessin).

Mittlere Werte der Dispersion zwischen 42 und 46 DSE/m² finden sich in verschiedenen Testregionen: Diese sind entweder ländlich und haben eine Streusiedlungsstruktur (Grindelwald, Appenzell, zu Teilen auch die Surselva) oder sie liegen im Mittelland oder den inneralpinen grossen Flussebenen und sind einer starken Siedlungstätigkeit unterworfen (Mittellwallis, Magadino, Bündner Rheintal, Arth-Goldau, Romanshorn, Aare- und Gürbetal, Domleschg). Ausnahmen sind die beiden Regionen Zug und Goldküste.

Flächeninanspruchnahme pro Person: Hohe Werte der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz erreichen ländliche Regionen (Grindelwald, Val de Travers, Echallens, Surselva, Val d'Anniviers, Romanshorn, Domleschg, Unterengadin). Hier beläuft sich die Flächeninanspruchnahme auf 300 – 600 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz.

Mittlere Werte der Flächeninanspruchnahme zwischen 200 und 300 m² Siedlungsfläche pro Einwohner oder Arbeitsplatz sind für unterschiedliche Regionen kennzeichnend. Diese liegen in den Alpen, auf der Alpensüdseite oder im Mittelland. Die Gemeinsamkeit besteht hier in der Abwesenheit von grossstädtischen oder ländlichen Regionen.

Geringe Werte der Flächeninanspruchnahme von unter 200 m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz erreichen Gebiete mit einer Kernstadt (La Chaux-de-Fonds/Le Locle, Zug, Lugano, Lausanne, Bern, Freiburg) oder mit einer Lage in einer Agglomeration und/oder mit mehreren kleinen Zentren (Glatttal-Pfäffikersee, Limmattal, Liestal, Magadino, Bündner Rheintal, Arth Goldau). Eine Ausnahme hiervon ist die Region Zermatt.

Die folgenden sechs Regionen dienen dazu, verschiedene Muster der Zersiedelung und ihrer Entwicklung beispielhaft zu erläutern. Die sechs Regionen umfassen die wichtigsten heute anzutreffenden Siedlungsmuster der Schweiz: Streusiedlungsgebiet (Appenzell), Haufendörfer (Echallens), ausgedehnte Siedlungsflächen (Magadino-Ebene), Mittelzentren (Zug und La Chaux-de-Fonds) und Grossstadt mit umliegender Agglomeration (Lausanne). Die Werte der Zersiedelungsmasse sind in der Tabelle im Anhang B angegeben.

Appenzell: Die Region Appenzell hat ihre historische Siedlungsstruktur im Untersuchungszeitraum beibehalten. Die Werte der gewichteten Zersiedelung haben zwar zugenommen, sind jedoch auf einem geringen Niveau geblieben und seit 1980 wieder geringfügig zurückgegangen. Die Werte der gewichteten Zersiedelung liegen deutlich unter den Werten der Schweiz insgesamt und sind mit den Werten der Alpennordflanke vergleichbar. Das Siedlungsflächenwachstum erfolgte in der Region Appenzell nicht entlang den Verkehrsachsen, was zu einer Zunahme der Dispersion geführt hätte. Zur Eindämmung der Zersiedelung hat beigetragen, dass die Verkehrsinfrastruktur in der Region Appenzell im Untersuchungszeitraum nur in geringem Masse ausgebaut wurde. Neue hochklassige Strassen und Eisenbahnlinien, welche oftmals zur Ansiedlung von neuen Siedlungskernen dienen können, wurden hier nicht erstellt. Die Topographie der Region Appenzell erlaubt in grösseren Teilen der Fläche keine Neubaugebiete oder Strassenverbindungen. Der Zersiedelungsindikator Z zeigt auch in der Streusiedlungsregion Appenzell die qualitativ-theoretisch vorausgesagten Resultate: Trotz einer grossen Streuung der Siedlungsflächen (Einzelhöfe), die zu einem hohen Wert der Dispersion führt, ergibt sich durch die Gewichtung mit der urbanen Durchdringung und der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz insgesamt ein geringer Wert der gewichteten Zersiedelung.

Echallens: Die Region Echallens hat einen für Mittelland-Verhältnisse sehr geringen Wert der gewichteten Zersiedelung. Die Region ist ländlich geprägt mit einer kompakten Anordnung der Siedlungsflächen in vielen kleinen Gemeinden. Diese Anordnung führt zu der zweitniedrigsten Dispersion, die in den Testregionen gemessen wurde. Die Dynamik der Siedlungsentwicklung ist gering. Während der Wert der gewichteten Zersiedelung im Jahr 1935 in der Region Echallens noch knapp oberhalb des Wertes der Schweiz insgesamt lag, befindet er sich im Jahr 2002 deutlich unterhalb. In einzelnen Gemeinden erfolgte im Untersuchungszeitraum gar keine Veränderung der Siedlungsfläche. Dies könnte auf die Zentrumsferne der Region Echallens und das Fehlen von hochklassigen Strassenverbindungen zurückgeführt werden.

Magadino-Ebene: Die Region Magadinoebene hat in der Untersuchungsperiode eine sehr starke Zunahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung zu verzeichnen. Die Region ist ein negatives Beispiel für den Zustand und die Entwicklung des Wertes der gewichteten Zersiedelung. Wie in den Regionen Oberengadin und Zentralwallis wird der Wert der gewichteten Zersiedelung durch den hohen Anteil an unbesiedelbaren Flächen gedämpft. Nur auf die besiedelbare Fläche bezogen wären die Werte der gewichteten Zersiedelung noch bedeutend höher.

Im Jahr 1935 war der Stand der gewichteten Zersiedelung mit den Werten von alpinen Regionen vergleichbar. Bis zum Jahr 2002 hat sich der Wert der gewichteten Zersiedelung jedoch auf Werte erhöht, die mit denjenigen des Mittellandes vergleichbar sind. Eine nahezu geschlossene Kette von Siedlungsflächen umfängt die Magadinoebene, und auch in der Magadinoebene selber verschwinden unbesiedelte Flächen zusehends. Im Unterschied zu den anderen Testregionen ist die Zunahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung in der Region in der letzten Untersuchungsperiode 1980-2002 am deutlichsten ausgeprägt.

Die Magadinoebene ist die grösste noch weitgehend unverbaute Ebene des Kantons Tessin. Sie ist einem grossen Siedlungsdruck ausgesetzt. Die Eröffnung des Gotthardastes der NEAT im Jahr 2017 wird hier wahrscheinlich noch einen zusätzlichen Druck auf die Region ausüben⁴.

⁴ Siehe hierzu: Räumliche Auswirkungen der Verkehrsinfrastruktur in der Magadinoebene – eine ex-post-Analyse (ARE 2004).

Weil die Magadinoebene auch aus Natur- und Landschaftsschutzgründen eine wichtige Freifläche des Tessins ist, sollte unbedingt ihrer weiteren Zersiedelung entgegengewirkt werden.

Zug: In der Region Zug ist ein sehr starkes Wachstum der Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze zu verzeichnen (+ 240 Prozent seit 1935). Die Siedlungsfläche hat im gleichen Zeitraum jedoch nur um 121 Prozent zugenommen. Somit erfolgte insgesamt eine Verdichtung der Siedlungsflächen, was sich in einem vergleichsweise geringen Anstieg des Wertes der gewichteten Zersiedelung (+ 26 Prozent) niederschlug. Als einzige der Testregionen zeigt sich in Zug eine deutliche Abnahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung in der Zeitspanne von 1980 bis 2002. Dies ist auf den stark verbesserten Wert der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz zurückzuführen. Trotz einer Zunahme der Siedlungsfläche ist bei einem verdichteten Bauen und der Ausnützung von Baulücken in bereits bestehenden Siedlungsflächen eine Reduzierung des Wertes der gewichteten Zersiedelung möglich.

Die Region Zug kann aufgrund der berechneten Werte als gelungenes Beispiel betrachtet werden, wie die zunehmende Zersiedelung nicht nur gebremst, sondern sogar verringert werden kann.

La Chaux-de-Fonds/Le Locle: Die Region La Chaux-de-Fonds/Le Locle besass wegen der topographischen Verhältnisse und der historischen Siedlungsstruktur im Jahr 1935 einen sehr tiefen Wert der gewichteten Zersiedelung. In der Folge der Uhrenkrise der 70er Jahre erlitt die Region einen starken Rückgang der Einwohnerzahl und der Anzahl der Arbeitsplätze. Trotz dieser Entwicklung erfolgte im gleichen Zeitraum jedoch wie in den anderen Regionen der Schweiz eine starke Zunahme der Siedlungsflächen. Die neu erstellten Siedlungsflächen sind locker bebaut und führten zu einem massiven Anstieg des Wertes der gewichteten Zersiedelung.

Lausanne: Die Region Lausanne ist sehr stark zersiedelt. Sie zeigt exemplarisch den häufig zu beobachtenden Gegensatz zwischen einer gering zersiedelten Kernstadt und stark bis sehr stark zersiedelten umliegenden Gemeinden. Diese Entwicklung läuft seit 1960, und bis 2002 zeigt sich keine Trendwende hin zu einem abnehmenden Wert der gewichteten Zersiedelung, die – mit geeigneten Massnahmen – durch eine Verdichtung im suburbanen und periurbanen Raum von Lausanne erfolgen könnte.

Neben dem generell starken Wachstum fällt auf, dass viele Bereiche der äusseren Stadt durch patchworkartiges, raumgreifendes Siedlungsflächenwachstum geprägt sind. Namentlich Epalinges, insbesondere der nördliche Teil, scheint ein typisches Beispiel für landschaftsverbrauchendes Flächenwachstum zu sein. Auch der Westen von Lausanne in und um Ecublens /Crissier gehört in diese Kategorie, wobei hier im Gegensatz zu Epalinges nicht die Wohn-, sondern die Industrie- und Gewerbefunktion dominiert.

Hier stellt sich die Frage, warum diese Entwicklung in der Region Lausanne erfolgte. Trug eine räumlich und regional zuwenig abgestimmte Planung zu diesem grossen Kontrast zwischen der Kernstadt Lausanne und den stark zersiedelten Flächen im Umland bei? Warum erfolgte in den umliegenden Gemeinden keine Verdichtung, wie sie zum Beispiel in der Region Zug erfolgreich umgesetzt wurde?

3.4 Strategien zur Eindämmung der Zersiedelung

Um die Zersiedelung einzudämmen, sind in der Literatur zahlreiche raumplanerische Strategien bzw. Ansätze vorgeschlagen und diskutiert worden (ARE, 2005, NACHHALTIGKEITSBEIRAT DER LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 2004, KÖNIG und WUSCHANSKY 2005). Auch sind viele dieser Ansätze bereits in bestehenden Gesetzen und Konzepten enthalten. Mit Hinblick auf die neuen Zersiedelungsmasse sind aus Sicht der Autoren neun bestehende Strategien besonders relevant (basierend auf den Überlegungen von JAEGER et al. 2008, SCHWICK et al. 2010 und SCHWICK und JAEGER 2010). Diese Strategien sollten sich bei einer konsequenten Umsetzung positiv auf die Zersiedelungsmessgrößen auswirken und dementsprechend zu einer messbaren Verringerung der Zersiedelung führen. Um die Wirksamkeit der Strategien bezüglich Eindämmung der Zersiedelung differenzierter zu beurteilen bietet es sich an, die Werte des Zersiedelungsindikators Z und der Messgrößen UP , DIS und AD zum Zeitpunkt t_0 (Ausgangszustand) mit den Werten zum Zeitpunkt t_1 (ohne Massnahmen) und den Werten zum Zeitpunkt t_1 mit Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung zu vergleichen.

Anhand der 9 Raumtypen der Raumtypologie des ARE (siehe Anhang A) haben wir die Auswirkungen auf die verschiedenen Siedlungsstrukturen der Schweiz evaluiert. Als Vergleich für die Einschätzung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Strategien in den einzelnen Raumtypen dient die Fortsetzung der bestehenden Trends zur Zersiedelung ohne die Anwendung von Strategien zur Verringerung der Trends. Diese Trends umfassen unter anderem:

- die weitere Zunahme der Bevölkerungszahl und der Zahl der Arbeitsplätze in der Schweiz in den nächsten Jahrzehnten,
- eine weitere Zunahme der Siedlungsflächen,
- je nach Raumtypus eine Zu- oder Abnahme der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz.

Wie sich diese Trends auf die Messwerte zur Zersiedelung auswirken, ist in Tabelle 1 in der zweiten Spalte dargestellt. In allen Raumtypen nimmt demnach die Zersiedelung ebenso wie die urbane Durchdringung weiter mittelstark bis stark zu. Die Dispersion der Siedlungsflächen steigt ebenfalls weiter an. Die Flächeninanspruchnahme pro Person entwickelt sich in den verschiedenen Raumtypen unterschiedlich. Die Wirksamkeit der Strategien ist aus dem Vergleich der jeweiligen Strategie mit der Spalte der Trendfortschreibung ohne Anwendung von entsprechenden Strategien ersichtlich. Die dargestellte Entwicklung der Zersiedelungsmessgrößen in den Spalten 3 bis 11 (Massnahmen 1 – 9) ist nur unter der Bedingung gültig, dass die entsprechende Strategie konsequent umgesetzt wird. Zum Beispiel bedeutet die Strategie 1, dass nur noch kompakt innerhalb der bereits bestehenden Siedlungsgebieten gebaut wird.

Mehrere dieser Ansätze sind zwar wie eingangs erwähnt bereits in den bestehenden Planungen vorgesehen. Allerdings werden sie in der konkreten Umsetzung oft nur teilweise oder abgeschwächt angewendet. Auf diese Problematik geht die vorliegende Untersuchung nicht ein, sondern sie setzt die konsequente Umsetzung der vorgeschlagenen Strategien voraus.

Tab. 1: Auswirkung der neun Strategien auf die Messgrößen zur gewichteten Zersiedelung in den untersuchten Raumtypen und Siedlungsstrukturtypen. Ein weisses Feld kennzeichnet eine Strategie, die im jeweiligen Raumtyp bzw. Siedlungsstrukturtyp umsetzbar ist. Ein grau hinterlegtes Feld steht für eine beschränkte oder weitgehend wirkungslose oder unmögliche Umsetzbarkeit. (FHG = Freihaltegebiete; ZSG = zersiedlungssensitive Gebiete). Bedeutung der Pfeile: ↑ = relativ starker Anstieg, ↗ = leichter bis mittelstarker Anstieg, → = in etwa gleich bleibend, ↘ = leichte bis mittelstarke Abnahme, ↓ = relativ starke Abnahme.

Strategie:	Fortsetzung bestehender Trends ohne Anwendung der Strategie	1. Verdichtung bestehender Siedlungen	2. Konzentrierte Siedlungsentwicklung	3. Wirksamer Schutz wertvoller Landschaften	4. Schonung zersiedlungssensitiver Gebiete	5. Festlegung von Siedlungsbegrenzungslinien	6. Bauliche Entwicklung ausserhalb der Bauzonen in Grenzen halten	7. Bedarfsgerechte Dimensionierung der Bauzonen	8. Räumliche Umverteilung von Bauzonen	9. Überörtliche Standortplanung
Grosszentren	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↘	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Nebenzentren der Grosszentren	Z: → UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↘ UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↘	Z: → UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↗	Z: ↘ UP: ↗ FI: ↓ DIS: ↘	Z: ↘ UP: ↗ FA: ↓ DIS: ↘
Gürtel der Gosszentren	Z: ↗ UP: ↑ FI: ↘ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↑ FI: ↘ DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↑ FI: ↘ DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↘ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Mittelzentren	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Gürtel der Mittelzentren	Z: ↑ UP: ↑ FI: → DIS: ↑	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↑ FI: → DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↑ UP: ↑ FI: → DIS: ↑	Z: ↑ UP: ↑ FI: → DIS: ↑	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Kleinzentren	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↑ UP: ↑ FI: ↗ DIS: ↑	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↗ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Periurbane ländliche Gemeinden	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: → DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →
Agrargemeinden	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: → DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Vom Anteil ZSG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: → DIS: →
Touristische Gemeinden	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↘ DIS: ↗	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: ↘	Vom Anteil FHG abhg.	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↘ UP: → FI: ↓ DIS: →	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↘ DIS: ↗	Z: ↗ UP: ↗ FI: ↘ DIS: ↗	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →	Z: → UP: ↗ FI: ↘ DIS: →

Zu den einzelnen Strategien:

1. Verdichtung bestehender Siedlungen: Verdichtendes Bauen soll primär in bereits weitgehend überbauten Siedlungsgebieten stattfinden, damit sich die Siedlungsflächen möglichst nicht mehr weiter ausdehnen. Die Werte der Messgrössen *UP* und *DIS* bleiben dann gleich, und die Flächeninanspruchnahme pro Person verringert sich. *Z* nimmt entsprechend ab. Dies entspricht dem planerischen Verständnis, dass stark verdichtete Innenstädte natürlich nicht als „zersiedelt“ angesehen werden. Diese Strategie ist in allen untersuchten Raumtypen ausser den noch verbliebenen historischen Streusiedlungen und Gebieten mit geschützten Ortsbildern praktikabel. Ihre Umsetzung wirkt sich in den untersuchten Raumtypen jedoch unterschiedlich aus. Am stärksten wirkt sich eine Verdichtung in Raumtypen mit einer hohen Flächeninanspruchnahme pro Person aus, weil dort relativ betrachtet eine deutliche Reduzierung des Wertes der gewichteten Zersiedelung erreicht werden kann (z.B. in den Nebenzentren der Grosszentren).

2. Konzentrierte Siedlungsentwicklung: Dies bedeutet, dass keine neuen Siedlungsflächen und keine Einzelgebäude in der freien Landschaft zugelassen werden, sondern nur zum Füllen von Baulücken oder zum Arrondieren der Ränder von bestehenden Siedlungen, und vorzugsweise an Orten mit geringen Werten der Dispersion (geklumpte Siedlungsentwicklung). Dafür könnten künftig bei der Ausweisung von Bauzonen die Werte der gewichteten Zersiedelung, der Dispersion und der Flächeninanspruchnahme pro Person für verschiedene Varianten verglichen und bei der Festlegung der Bauzonen berücksichtigt werden. Diese Strategie ist in allen untersuchten Raumtypen ausser den Streusiedlungsregionen praktikabel. In den einzelnen Raumtypen bestehen aber Unterschiede in der Wirksamkeit der Methode. In allen Raumtypen nimmt durch diese Strategie der Wert der Dispersion leicht ab. Die Auswirkungen auf den Wert der gewichteten Zersiedelung sind in der Summe eher gering, bewirken jedoch eine gewisse Dämpfung des Anstiegs der weiteren Zersiedelung im Vergleich zur Entwicklung ohne Berücksichtigung dieser Strategie. Die Strategie muss daher mit anderen Strategien kombiniert werden, um einen merklichen Einfluss auf den Wert der gewichteten Zersiedelung zu entfalten.

3. Wirksamer Schutz wertvoller Landschaften: Die wenigen noch verbliebenen unzersiedelten und zersiedlungsarmen Gebiete in der Schweiz sollten wirksam vor Siedlungsflächenausweitung geschützt werden (z.B. BLN-Gebiete, Moorlandschaften und Wildtierkorridore). Besondere Vorsicht ist in Regionen geboten, in denen der Wert der gewichteten Zersiedelung noch gering ist, weil dort mit relativ wenigen neuen Gebäuden eine signifikante Verschlechterung bewirkt wird. Diese Strategie ist in allen untersuchten Raumtypen praktikabel. In der Praxis bestehen grosse Unterschiede zwischen einzelnen Gemeinden. In Gemeinden mit geringen Anteilen von Freihaltegebieten kann mit dieser Strategie auch nur ein geringer Anteil von Flächen vor Zersiedelung geschützt werden. In Gemeinden mit erheblichen Anteilen an Freihaltegebieten oder in Gemeinden, die sich sogar gänzlich in solchen Gebieten befinden, kann sich diese Strategie auf einen Siedlungsflächenstopp hin auswirken: Je höher der Anteil der Freihaltegebiete an der jeweiligen Region ist, desto stärker wirkt sich diese Strategie auf die Messgrössen aus.

4. Zersiedlungssensitive Gebiete schonen: Besondere Vorsicht ist ebenfalls in solchen Regionen geboten, die für weitere Zersiedelung besonders sensitiv sind, z.B. da die historisch gewachsenen Siedlungsstrukturen leicht überwuchert und unkenntlich gemacht werden. Hierzu zählen z.B. Streusiedlungsgebiete, die Talränder (d.h. Bebauung die Hänge hinauf), aber auch die bereits genannten BLN-Gebiete und noch wenig erschlossenen Landschaftskammern. Diese Strategie ist in allen untersuchten Raumtypen praktikabel. In der Praxis bestehen grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Gemeinden, wie bei Strategie 3: Je höher der Anteil der zersiedlungssensitiven Gebiete an der jeweiligen Region ist, desto stärker wirkt sich diese Strategie auf

die Messgrössen aus. Die Abgrenzung der zersiedlungssensitiven Flächen sollte im Zusammenspiel mit den Freihalteflächen erfolgen.

5. Festlegung von Siedlungsbegrenzungslinien: Die Festlegung von Siedlungsbegrenzungslinien und weitere Massnahmen zur Siedlungsentwicklung nach innen sind weitere wesentliche Beiträge dazu, freie Flächen in der Landschaft zu erhalten, z.B. Siedlungstrenngürtel. Siedlungstrenngürtel sind zudem als Wandermöglichkeit für Tiere wichtig sowie für die Erkennbarkeit von Ortsgrenzen in der Landschaft. Die Siedlungsbegrenzung ist in allen untersuchten Raumtypen praktikabel. Am dringlichsten ist diese Strategie in Raumtypen mit hohen Werten der gewichteten Zersiedelung, (z.B. Nebenzentren der Grosszentren, Gürtel der Grosszentren, Gürtel der Mittelzentren), in Raumtypen mit einer zersiedlungssensitiven Landschaft (z.B. touristische Gemeinden) oder in Siedlungsstrukturregionen mit historischem Siedlungscharakter (Haufen- und Strassendörfer, Streusiedlungsregionen). Ein gutes Beispiel für eine klare Siedlungsbegrenzung ist die Region Zug (Abschnitt 3.3).

6. Bauliche Entwicklung ausserhalb der Bauzonen in Grenzen halten: Das Bauen ausserhalb der Bau-zonen trägt stark zur Zersiedelung bei. Solche Bauten verschlechtern insbesondere den Wert der Dispersion und in aller Regel auch den Wert der Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz. Diese Strategie ist in allen Raumtypen praktikabel. Die Strategie hat allerdings insgesamt einen eher geringen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Zersiedelung in der Schweiz, da die Unterscheidung zwischen Bau- und Nichtbauzonen bereits seit längerem im Raumplanungsgesetz zur Verfügung steht und weitgehend befolgt wird (ARE 2005). Daher müssen sich weitere Massnahmen zur Eindämmung der Zersiedelung primär auf die Neubauten *innerhalb* der Bauzonen beziehen.

7. Bedarfsgerechte Dimensionierung der Bauzonen: Wenn sich das Wachstum der Siedlungsflächen aufgrund hoher Zuwachsraten (Bevölkerung, Arbeitsplätze) nicht vermeiden lässt, dann ist zumindest die strikt bedarfsgerechte Dimensionierung der Bauzonen eine sinnvolle Strategie. In vielen – aber längst nicht allen – Regionen der Schweiz liegt der Bestand an Bauzonenreserven deutlich über dem erwartbaren Bedarf. Diese Strategie betrifft ein Kernanliegen der Schweizerischen Raumplanung und ist in allen Raumtypen praktikabel und sinnvoll. In den Raumtypen, in denen aktuell die stärkste Zunahme des Wertes der gewichteten Zersiedelung zu beobachten ist, ist der Anteil der unüberbauten Bauzonen hoch: In den drei Regionen der periurbanen ländlichen Gemeinden, der Kleinzentren und der Gürtel der Mittelzentren liegen die Anteile der unüberbauten Bauzonen nahe bei 30% (ARE 2008). Eine strikt bedarfsorientierte Dimensionierung der Bauzonen wird sich hier in der näheren Zukunft nicht angebotsverknappend auswirken, eine flächenintensive Bebauung mit geringer Ausnutzungsdichte kann – obwohl etwas eingeschränkt – weiterhin stattfinden. Die Grosszentren hingegen besitzen fast keine Reserven an unüberbauten Bauzonen mehr. Selbst wenn diese Reserven noch ganz überbaut werden, hätte dies – wegen der bereits hoch verdichteten Siedlungsstruktur – keinen starken Einfluss auf den Wert der gewichteten Zersiedelung in der Schweiz insgesamt.

8. Räumliche Umverteilung von Bauzonen: Die grössten Anteile an unüberbauten Bauzonen finden sich in suburbanen, periurbanen, ruralen und touristischen Gegenden der Schweiz. In diesen Gebieten ist jedoch die durchschnittliche Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz hoch. Aus einer reinen „Zersiedelungsindikator“-basierten Sicht: Wenn bislang freie Bauzonen neu überbaut werden, sollte dies an Orten erfolgen, die eine geringe Flächeninanspruchnahme pro Person oder Arbeitsplatz besitzen. In Orten mit einer hohen Flächeninanspruchnahme pro Person sollten möglichst wenige unüberbaute Bauzonen mehr überbaut werden, sondern die bestehenden Siedlungsflächen verdichtet werden. Daher sollten die unüberbauten Bauzonen in Raumtypen mit grossen Reserven und einer hohen Pro-Kopf-Flächeninanspruchnahme zu Raumtypen mit geringen Anteilen von freien Bauzonen und

geringer Pro-Kopf-Flächeninanspruchnahme verlagert werden. Diese Strategie ist in allen Raumtypen praktikabel. Sie beeinflusst insbesondere die Dispersion und die Flächeninanspruchnahme pro Person.

9. Überörtliche Planung: Die Konkurrenz zwischen den Gemeinden sowie zwischen den Kantonen um Arbeitsplätze, Steuerzahler und Einwohner trägt stark zur Zersiedelung bei. Um dieses Problem zu beheben, ist eine überörtliche Planung erforderlich, z.B. um die Zahl und den Flächenbedarf von Industriegebieten und Wohnquartieren auf das notwendige Minimum zu begrenzen und ihre Streuung so gering wie möglich zu halten. Solche regionalen Anstrengungen zur Begrenzung der Zersiedelung durch die Zusammenarbeit von Gemeinden und Kantonen können in überregionalen Plänen zusammengeführt werden, um sie noch besser aufeinander abzustimmen und zu stärken. Diese Strategie ist zwar in den Richtlinien zur Planung häufig vorgesehen, erweist sich jedoch im konkreten Einzelfall oft als schwierig in der Umsetzung. Die Strategie ist in allen Raumtypen praktikabel. In der Summe bewirkt diese Strategie bei allen Messgrößen zur gewichteten Zersiedelung eine deutliche Reduzierung des zukünftigen Wertes der gewichteten Zersiedelung gegenüber der weiteren Entwicklung ohne entsprechende Massnahmen.

4 Schlussfolgerungen

4.1 Eignung der Messgrößen zur quantitativen Darstellung der Zersiedelung

Für die folgenden Siedlungsstrukturen wurde die Messgrösse der gewichteten Zersiedelung in Testregionen ausgewertet:

- Urbane Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte wie die Stadt Zürich, die Altstadt von Bern, das Zentrum von La Chaux-de-Fonds etc. werden aus raumplanerischer Sicht als nicht zersiedelte Gebiete beschrieben. Die Messgrösse der gewichteten Zersiedelung ergibt für diese Gebiete bei der Messung ebenfalls sehr geringe Werte aufgrund der Gewichtung mit der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz.
- Streusiedlungsgebiete wie das Appenzellerland oder das Simmental zeichnen sich per Definition durch eine hohe Streuung der Siedlungsflächen, also eine hohe Dispersion aus. Diese historischen Streusiedlungsgebiete gelten als nicht zersiedelt. Diese Gebiete haben ebenfalls keine hohen Werte der gewichteten Zersiedelung, solange der Siedlungsflächenanteil gering ist.
- Haufendörfer und Strassendörfer mit einer kompakten Siedlungsfläche wie im Mittelland zwischen Neuenburgersee und Genfersee oder im Jura sind historisch gewachsen und werden in der Raumplanung als nicht zersiedelt beschrieben. Solange kein Übergang dieser Siedlungsstrukturen zu Siedlungsbändern oder ausgedehnten Siedlungsflächen erfolgt, zeigt sich auch mit dem Indikator der gewichteten Zersiedelung ein geringer Wert der Zersiedelung. Ein Beispiel ist die Testregion Echallens (Haufendörfer).
- Siedlungsbänder werden in der Raumplanung als zersiedelte Landschaft beschrieben. In der quantitativen Betrachtung mit den neuen Messgrößen fallen solche Gebiete durch einen hohen Wert der urbanen Durchdringung, eine hohe Dispersion und eine hohe Pro-Kopf-Flächeninanspruchnahme auf. Der Wert der gewichteten Zersiedelung ist somit hoch. Ein Beispiel ist die Magadino-Ebene.
- Flächige Siedlungen ohne Kernstadt werden als das klassische Beispiel für zersiedelte Landschaften genannt. In der quantitativen Analyse mittels der neuen Messgrößen fallen solche Gebiete durch einen sehr hohen Wert der urbanen Durchdringung, einen hohen Wert der Dispersion und eine hohe Pro-Kopf-Flächeninanspruchnahme auf. Der Wert der gewichteten Zersiedelung fällt somit sehr hoch aus. Beispiele sind die Regionen Menziken-Reinach und Kreuzung Schweizer Mittelland.

Die Messgrösse der gewichteten Zersiedelung zeichnet sich nach dem Urteil der Autoren somit dadurch aus, dass sie die bislang nur qualitativ zugänglichen Informationen zur Zersiedelung in der Schweiz und ihren Teilräumen adäquat in Zahlen abbildet. In allen untersuchten Siedlungsstrukturen verlief die Überprüfung dieser Methode erfolgreich und ermöglicht nun ein quantitatives Monitoring der Zersiedelung in der Schweiz. Die Methode hat sich somit als gut geeignet erwiesen und führt zu schlüssigen Resultaten. Daher sind keine Anpassungen erforderlich.

Die Methode der gewichteten Zersiedelung berücksichtigt nicht, ob sich bestimmte Flächen in der Nähe von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs, in besonders geschützten Flächen (z.B. in den BLN-Gebieten), in historisch empfindlichen Siedlungsgebieten (z.B. geschützte Ortsbilder) usw. befinden. Es ist bei Bedarf möglich, entsprechende Korrekturfaktoren in den Wert der gewichteten Zersiedelung aufzunehmen, die den speziellen Bedingungen der jeweiligen Gebiete quantitativ Rechnung tragen.

4.2 Folgerungen für die Raumplanung

Die derzeitigen Trends der Siedlungsentwicklung in der Schweiz sind nicht dauerhaft fortsetzbar und verstossen klar gegen das Ziel einer nachhaltigen Raumentwicklung (HABER 2007, EWALD und KLAUS 2009). Mit klaren Strategien und Massnahmen scheint es aber heute realistisch möglich zu sein, die Anstiegsgeschwindigkeit der Zersiedelung deutlich zu verringern. Damit kann erreicht werden, dass sich die Schweiz künftig langsamer vom Ziel der Nachhaltigkeit entfernt als in den letzten Jahrzehnten – oder sich diesem Ziel sogar annähert: Durch eine Verdichtung bestehender Siedlungsflächen und deutliche Verringerung der Flächeninanspruchnahme pro Person ist auch eine signifikante Reduzierung der Zersiedelung möglich.

Diese Beobachtungen zeigen, dass unter anderem die folgenden Faktoren einen weiteren Anstieg des Wertes der gewichteten Zersiedelung begünstigen (JAEGER et al. 2008: 158-169, SCHWICK et al. 2010): weiterhin hohe oder sogar noch weiter ansteigende Siedlungsfläche pro Einwohner, stark gestreute Siedlungsentwicklung (dezentral und nicht konzentriert), Suburbanisierung, Bauen ausserhalb der Bauzonen, Bauen in Landschaftsschutzgebieten wie BLN-Gebieten, gestreute Bauweise statt geklumpter Bauweise und dezentrale Entwicklung statt zentraler Entwicklung. Die Verdichtung bestehender Siedlungsflächen (d.h. ohne Ausdehnung der Siedlungsråder) und die Verringerung des Flächenbedarfs pro Einwohner oder Arbeitsplatz sind somit die wirksamsten Massnahmen, um einen weiteren Anstieg der Zersiedelung zu vermeiden.

In den stark zersiedelten Raumtypen muss verdichtet werden. In diesen Siedlungsflächen – mit Ausnahme der geschützten Ortsbilder – muss die Flächeninanspruchnahme pro Person deutlich zurückgeführt werden, mindestens auf den Wert der Schweiz insgesamt des Jahres 2002. In Gebieten mit einem hohen Siedlungsflächenanteil und einer geringen Flächeninanspruchnahme pro Person (primär den Grosszentren) verbleiben nur noch relativ geringe Bauzonenreserven. Diese dürfen weiterhin mit einer geringen Flächeninanspruchnahme pro Person überbaut werden. Um die Zersiedelung einzudämmen, ist somit eine geeignete Kombination von Strategien und Massnahmen erforderlich, denn die Strategien und Massnahmen sind in den verschiedenen Raumtypen unterschiedlich wirksam. Dies muss in allen Raumtypen separat betrachtet werden, um die am besten geeignete Kombination von Strategien und Massnahmen zu finden.

4.3 Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur

Wenn die in Abschnitt 3.4 diskutierten Strategien geeignet kombiniert und konsequent umgesetzt werden, so dass die angestrebten Ziele zur Eindämmung der Zersiedelung eingehalten werden, dann wird sich dieses Vorgehen deutlich positiv auf die Siedlungsstrukturen der Schweiz auswirken:

Zwischen dem Siedlungsgebiet und dem Nichtsiedlungsgebiet werden wieder klare Trennlinien erkennbar. Die Ränder der Siedlungen werden – im Rahmen der topografischen Verhältnisse – eher abgerundet sein (d.h. nicht mehr ausgefranst). Das Verhältnis der Anzahl der Gebäude ausserhalb der Siedlungen zur Anzahl innerhalb der Siedlungsflächen wird verringert. Innerhalb der Siedlungsflächen werden Industriebrachen und ungenutzte Bauzonen verdichtet überbaut. Im Siedlungsgebiet wird generell verdichtet, wodurch mittelstark besiedelte Gebiete einen stärker urbanen Charakter erhalten. Industrie- und Gewerbezone werden konzentriert und stärker verdichtet (mehrstöckige Gewerbezone). Neue Siedlungsgebiete werden primär an

Orten mit guter Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr errichtet und nicht mehr an Orten mit billigem Baugrund, die schwer mit öffentlichem Verkehr erschliessbar sind.

Damit ergibt sich für das optische Erscheinungsbild insgesamt eine klarere Trennung zwischen urban geprägten Siedlungen, rural geprägten Siedlungsbildern, historischen Siedlungsbildern und der freien Landschaft. Dadurch wird die Siedlungsstruktur weniger dispers als sie es heute ist. In langfristiger Sichtweise (40-50 Jahre) bedeutet dies eine markante Änderung im Erscheinungsbild der Schweiz (Verringerung der Zersiedelung). Dabei ist zu beachten, welche Veränderungen innerhalb dieser Zeit *ohne* diese Massnahmen entstehen würden: Dies wäre eine grossflächige, disperse Überbauung der Schweiz, sodass die Zersiedelung ungebrochen weiter ansteigt mit allen ihren negativen Folgen.

In den Raumtypen oder Regionen mit historischem Siedlungscharakter gilt es, den bestehenden Siedlungscharakter zu bewahren: Hierzu zählen die historischen Streusiedlungsgebiete und Haufen- und Strassendörfer, die agrarischen Gemeinden und zum Teil die touristischen Gemeinden.

Ein gelungenes Beispiel für eine solche Entwicklung bietet die Gemeinde Fläsch, die den Wakkerpreis des Jahres 2010 gewonnen hat (www.wakkerpreis.ch).

4.4 Ausblick

Die Methode der gewichteten Zersiedelung kann als Indikator für Zersiedelung im Rahmen der Raum- und Umweltbeobachtung wertvolle Dienste leisten. Es können Veränderungen in der Umwelt erfasst, dokumentiert und besser verstanden werden. In diversen Projekten wie LABES (Landschaftsbeobachtung Schweiz), MONET (Indikatorensystem zum Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz) und NUD (Netzwerk Umweltdaten) findet der Indikator bereits Anwendung. Die vorhandenen Daten zur Zersiedelung sind auch bereits in die Taschenstatistik des BFS (Umweltstatistik Schweiz in der Tasche, BFS 2008, 2009) und in den Zustandsbericht Landschaft (ROTH et al., 2010) integriert worden. Eine Verwendung der Daten bietet sich auch auf kantonaler Ebene an, z.B. für kantonale Monitoring-Systeme in den Bereichen Raumentwicklung und Umwelt.

Mit der vorliegenden Methode zur gewichteten Zersiedelung können nationale und kantonale Massnahmen auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Zersiedelung überprüft werden (Erfolgskontrolle). Auf diesem Weg kann analysiert werden, ob die aufgestellten Postulate Beachtung finden und die gesetzten Ziele erreicht werden. Dazu sollte über die Einführung von Zielvorgaben (Ziel-, Grenz- und Richtwerte) für die gewichtete Zersiedelung nachgedacht werden. Für den Umgang mit einer knappen Ressource ist das Formulieren von Ziel-, Grenz- und Richtwerten generell ein wichtiger Handlungsansatz. Solche Ziele sollten in einem politischen Entscheidungsprozess aufgrund von wissenschaftlichen Daten festgelegt werden.

In Zukunft sollte darauf geachtet werden, dass sich die Siedlungsfläche massvoll und maximal im Gleichschritt mit dem Bevölkerungswachstum ausdehnt. Heute ist dies noch nicht der Fall. Bei fortgesetztem Wachstum der Bevölkerung wird die Ausdehnung der Siedlungsfläche allerdings deutlich langsamer erfolgen müssen als der Bevölkerungsanstieg.

5 Literatur

- BUNDESAMT FÜR RAUMENTWICKLUNG (Hrsg.) (2004): Auswirkungen der Verkehrsinfrastruktur in der Magadinoebene – eine ex-post-Analyse. Bern. 24 S.
- BUNDESAMT FÜR RAUMENTWICKLUNG, BUNDESAMT FÜR STATISTIK. (Hrsg.), HORNING D., LINDENMANN, M., ROTH U., (2005): Gebäude, Wohnungen und Bevölkerung ausserhalb der Bauzonen. Bern. 56 S.
- BUNDESAMT FÜR RAUMENTWICKLUNG (Hrsg.) (2005): Raumentwicklungsbericht 2005. Bern. 118. S.
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK (Hrsg.) (2001:4): Bodennutzung im Wandel: Arealstatistik Schweiz. Autor: B. Jordi. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 31 S.
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK, BUNDESAMT FÜR UMWELT (Hrsg.) (2008): Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2008. Bern. 38 S.
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK, BUNDESAMT FÜR UMWELT (Hrsg.) (2009): Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2009. Bern. 40 S.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (Hrsg.) (2003): Landschaft 2020 – Erläuterungen und Programm. Synthese zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Bern. 96 S.
- EWALD, K.C., KLAUS, G. (2009): Die ausgewechselte Landschaft: Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Haupt-Verlag, Bern, Stuttgart, Wien. 752 S. + 8 Karten.
- FORTIN, M.-J., DALE, M.R.T. (2005): Spatial Analysis. A Guide for Ecologists. Cambridge University Press, 365 S.
- GENNAIO, M.P.G., HERSPERGER, A.M., BÜRGI, M. (2009): Containing urban sprawl - Evaluating effectiveness of urban growth boundaries set by the Swiss Land Use Plan. Land Use Policy 26: 224-232.
- HABER, W., 2007: Energy, food and land – the ecological traps of humankind. Env Sci Pollut Res 14(6): 359-365.
- JAEGER J., SCHWICK C., BERTILLER R., KIENAST F. (2008): Landschaftszersiedelung Schweiz – Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Wissenschaftlicher Abschlussbericht. Schweizerischer Nationalfonds, Nationales Forschungsprogramm NFP54 „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“. Zürich, 344 S.
- JAEGER, J.A.G., BERTILLER, R., SCHWICK, C., KIENAST, F. (2010a): Suitability criteria for measures of urban sprawl. Ecological Indicators 10: 397-406.
- JAEGER, J.A.G., BERTILLER, R., SCHWICK, C., CAVENS, D., KIENAST, F. (2010b): Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. Ecological Indicators 10: 427-441.
- KIENAST, F., HELLER-KELLENBERGER, I., HERSPERGER, A., HUNZIKER, M., HÄGELI, M. (2007): Monitoring der Landschaftsqualität in der Schweiz – Grundlagentext. WSL, Birmensdorf, 50 S.
- KÖNIG, K., WUSCHANSKY, B., (2005): Interkommunale Gewerbeflächenentwicklung als zukunftsgerichtete Strategie. Forum Raumentwicklung 3/2005, 12-14.
- NACHHALTIGKEITSBEIRAT DER LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG NBBW (Hrsg.) (2004): Neue Wege zu einem nachhaltigen Flächenmanagement in Baden-Württemberg. Sondergutachten, Stuttgart. 63 S.
- ROTH, U. (RED.) (2010): Zustand der Landschaft in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, 53 S.
- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (Hrsg.), 2008: Strategie nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008-2011, Bern, 56 S.
- SCHWICK, C., JAEGER, J.A.G. (2010): Zersiedelung und ihre Ausprägungen in der Schweiz aus raumplanerischer Sicht: Quantitative Analyse 1935-2002. Abschlussbericht zum Aramis-Forschungsauftrag 09010 im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) im Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation unter Beteiligung des Nationalen Forschungsprogramms NFP 54 „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“. Zürich und Montréal, Juni 2010, 178 S.
- SCHWICK, C., JAEGER, J.A.G., BERTILLER, R., KIENAST, F. (im Druck): Die Zersiedelung der Schweiz – unaufhaltsam? Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Bristol-Stiftung, Haupt-Verlag, Bern, Stuttgart, Wien. 114 S. und 4 Karten.
- STREMLow, M., ISELIN, G., KIENAST, F., KLÄY, P., MAIBACH, M. (2003): Landschaft 2020 – Analysen und Trends. Grundlagen zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 352, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 152 S.

Anhang A: Die Raumtypologie des ARE

Die Raumtypologie des ARE wurde amtsintern erarbeitet (unveröffentlicht) und unterscheidet die folgenden neun Raumtypen:

- Grosszentren: Kernstädte von Agglomerationen mit mehr als 100'000 Einwohnern (Stand 1999) und 50'000 Arbeitsplätzen (Stand 1998)
- Nebenzentren der Grosszentren: Gemeinden innerhalb der Agglomerationen der Grosszentren mit mehr als 10'000 Einwohnern (Stand 1999) und 5'000 Arbeitsplätzen (Stand 1998)
- Gürtel der Grosszentren: Arbeitsplatzgemeinden, suburbane Wohngemeinden, und periurbane Gemeinden grosszentraler Regionen plus jeweilige touristische und semitouristische Gemeinden innerhalb der entsprechenden Agglomerationen
- Mittelzentren: Kernstädte der weiteren Agglomerationen
- Gürtel der Mittelzentren: Arbeitsplatzgemeinden, suburbane und periurbane Wohngemeinden nicht-grosszentraler Regionen plus jeweils touristische und semitouristische Gemeinden innerhalb der entsprechenden Agglomerationen plus reiche Gemeinden entsprechend ihrer räumlichen Lage
- Kleinzentren: Restliche Klein- und Peripheriezentren (inkl. Isolierte Städte): Einwohnerzahl zwischen 2'000 und 10'000
- Periurbane ländliche Gemeinden: Zuzügergemeinden mit mässigem Wegpendleranteil, Heim- und Anstaltsgemeinden, Gemeinden mit industrieller-tertiärer Erwerbsbevölkerung, Gemeinden mit industrieller Bevölkerung
- Agrargemeinden: Gemeinden mit agrar-industrieller und agrarischer Erwerbsbevölkerung, Gemeinden mit starken Bevölkerungsrückgang
- Touristische Gemeinden: im Alpenraum gelegene Gemeinden mit mindestens 100'000 Hotel-Logiernächten pro Jahr.

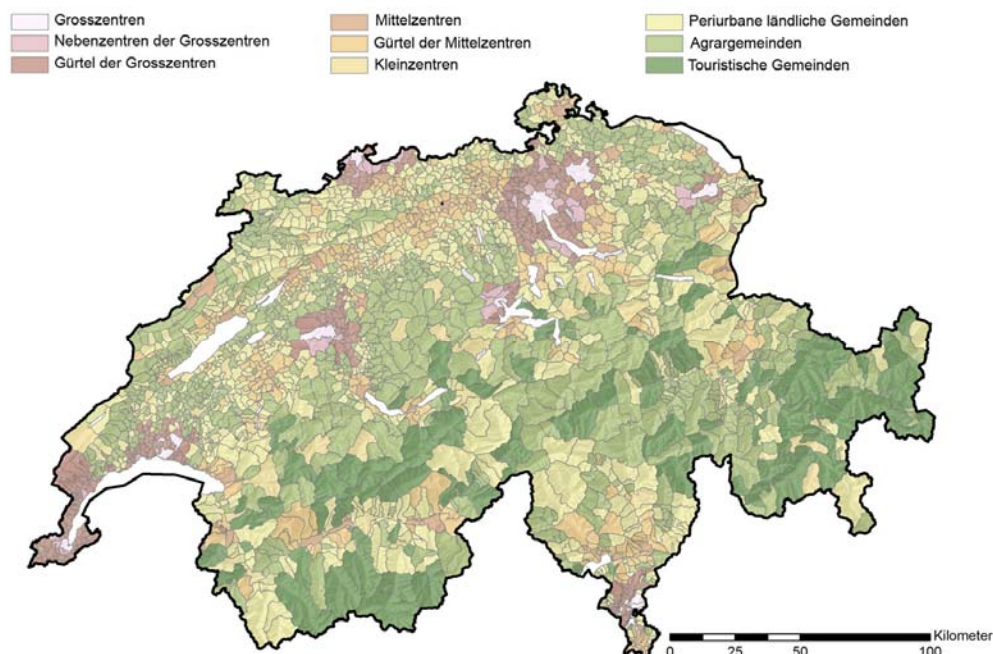


Abb. 15: Karte der Einteilung der Gemeinden des Jahres 2008 anhand der Raumtypologie des ARE.

Anhang B: Wertetabelle

	Z (DSE/km ²)				UP (DSE/km ²)				DIS (DSE/m ²)				Pro-Kopf-Flächeninanspruchnahme* (m ²)				Siedlungsfläche (ha)			
	1935	1960	1980	2002	1935	1960	1980	2002	1935	1960	1980	2002	1935	1960	1980	2002	1935	1960	1980	2002
Schweiz																				
Schweiz	0.87	1.25	1.95	2.22	1.22	1.65	2.25	2.58	43.30	43.99	44.74	44.95	201.4	204.3	231.9	222.9	116146	154507	207922	237206
Biogeographische Regionen																				
Jura	0.63	1.01	1.74	2.05	1.19	1.64	2.28	2.60	39.75	41.11	42.35	42.72	194.9	207.4	266.6	271.7	12928	17185	23178	26239
Mittelland	2.06	2.95	4.48	5.02	2.82	3.88	5.24	5.98	44.26	45.00	45.63	45.82	189.7	187.5	205.6	197.8	71263	96301	128273	145739
Alpen Nordflanke	0.49	0.67	1.02	1.15	0.69	0.88	1.18	1.34	42.67	42.79	43.69	43.91	217.5	241.8	285.9	263.3	18523	23521	31082	35100
Zentralalpen	0.21	0.26	0.47	0.57	0.30	0.37	0.57	0.68	41.36	41.48	42.60	42.91	273.1	280.1	357.4	336.7	7691	9429	14184	16849
Alpen Südflanke	0.58	0.89	1.33	1.57	0.70	0.99	1.38	1.65	44.07	44.47	45.05	45.24	239.2	279.3	299.6	278.8	5796	8135	11281	13365
Raumtypologie des ARE																				
Grosszentren (1)	0.29	0.29	0.88	1.368	14.15	19.06	21.62	23.47	47.44	47.89	48.16	48.30	74.3	71.5	81.0	85.1	11043	14729	16615	17984
Nebenzentren der Grosszentren (2)	4.20	7.33	10.22	10.42	5.18	8.87	13.15	15.03	44.41	45.97	46.99	47.20	214.7	192.1	172.0	157.9	5359	8871	12862	14641
Gürtel der Grosszentren (3)	2.43	3.89	6.75	7.59	2.77	4.15	6.89	8.02	43.94	44.95	45.83	46.07	288.9	279.9	268.0	235.5	13983	20513	33395	38671
Mittelzentren (4)	1.63	3.30	6.05	8.00	5.21	8.00	10.48	12.06	42.95	44.61	45.71	46.09	127.0	133.7	149.5	159.4	9183	13589	17357	19818
Gürtel der Mittelzentren (5)	1.65	2.60	4.16	4.94	1.94	2.84	4.23	5.05	44.06	44.79	45.52	45.77	252.2	266.7	291.9	268.7	17080	24642	36135	42916
Kleinzentren (6)	0.82	1.37	2.14	2.63	1.44	2.05	2.73	3.24	40.97	42.10	43.45	43.86	189.2	208.6	229.3	232.7	5619	7785	10043	11780
Periurban-ländliche Gemeinden (7)	0.81	1.07	1.52	1.75	1.09	1.38	1.80	2.07	41.93	42.17	42.84	43.05	275.1	306.9	360.0	330.1	27360	34486	44449	50639
Agrarische Gemeinden (8)	0.58	0.66	0.81	0.87	0.70	0.77	0.91	0.99	42.99	43.00	43.31	43.32	307.4	341.7	424.3	366.9	20772	22985	26791	29143
Touristische Gemeinden (9)	0.23	0.27	0.45	0.52	0.32	0.38	0.58	0.66	41.03	40.59	41.57	41.73	314.5	345.8	464.0	404.1	5693	6848	10242	11596
Testregionen (Auswahl)																				
Appenzell	0.30	0.68	1.05	1.04	0.76	1.05	1.30	1.37	42.03	42.68	43.79	43.80	140.7	188.3	230.9	208.4	420	575	694	731
Lausanne	2.68	2.51	9.64	12.64	7.14	10.31	17.13	20.41	46.22	46.97	47.63	47.82	125.3	110.8	140.9	146.5	2142	3043	4984	5915
Echallens	0.92	1.03	1.34	1.47	1.36	1.48	1.77	1.95	39.85	40.08	41.03	41.22	400.3	471.2	539.3	421.5	550	597	700	765
La Chaux-de-Fonds/Le Locle	0.11	0.27	2.44	3.45	2.96	3.87	5.50	6.08	42.21	43.28	44.67	44.92	84.1	91.8	137.3	152.3	552	705	970	1067
Magadino-Ebene	0.56	1.71	2.40	4.50	1.76	2.98	4.19	6.06	44.32	44.90	45.12	45.31	123.7	153.0	151.8	179.5	497	831	1163	1674
Zug	2.31	2.26	4.41	2.91	3.34	4.24	6.94	7.80	43.19	44.39	45.58	45.69	194.8	150.2	158.2	126.2	670	826	1318	1479

* Die Flächeninanspruchnahme ist in m² pro Einwohner oder Arbeitsplatz angegeben.