Merkblatt
für die Praxis

ISSN 1422-2876

Eidg. Forschungsanstalt WSL
CH-8903 Birmensdorf

© WSL Birmensdorf, 2011

WSL, Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-Mail: eshop@wsl.ch
http://www.wsl.ch/publikationen

47
Oktober
2011

Zersiedelung messen und vermeiden

Christian Schwick, Jochen Jaeger und Felix Kienast

Die Zersiedelung in der Schweiz nimmt erschreckend schnell zu. Seit 1950 hat sie sich mehr als verdoppelt. Die langfristigen Folgen sind alarmierend. Eine neue Methode zur Messung der Zersiedelung gibt Planern und Politikern ein Instrument in die Hand, um die Diskussion zu versachlichen, Planungsszenarien zu bewerten, Ziele für die Zukunft festzulegen und den Erfolg von Massnahmen zur Verringerung der Zersiedelung zu überprüfen.

Abb. 1. Die Zersiedelung greift auch in die Alpentäler hinein. Blick vom Cima della Trosa ins Centovalli. (Foto: Die Geographen schwick+spichtig, 2011)

Atemberaubender Landschaftsverbrauch in der Schweiz

Das Wachstum der Siedlungsflächen und Verkehrswege, die Flurbereinigung und die intensive Landwirtschaft veränderten die Landschaften in Europa in den letzten fünfzig Jahren radikal. An vielen Orten ist die einstige Landschaft kaum noch wiederzuerkennen (Ewald und Klaus 2009; Abb. 1).

Bereits 1955 warnten Lucius Burckhard, Max Frisch und Markus Kutter in einem schmalen roten Büchlein mit dem Titel «achtung: die Schweiz» vor einer unkontrolliert wachsenden Stadtlandschaft. Sie schlugen vor, die Begrenztheit der Fläche als gegebene Herausforderung zu respektieren und die Konsequenzen daraus weitsichtig zu bedenken. Das Raumplanungsgesetz (RPG) von 1979 enthält den Auftrag, Zersiedelung zu vermeiden, indem die Nutzung des Bodens haushälterisch erfolgen solle. Die Ausdehnung der Siedlungen sei zu begrenzen. Das RPG stärkte die Rolle der Bauzonen und hat bewirkt, dass der Bau neuer Gebäude ausserhalb der Bauzonen in den letzten 30 Jahren markant rückläufig war. Die Fläche der Siedlungen und Bauzonen in der Schweiz ist jedoch seither erheblich weiter gewachsen. Der Verlust von Landwirtschaftsland, Wildtierhabitaten und Biodiversität, die Verbreitung von invasiven Pflanzenarten, grosse räumliche Distanzen zwischen Wohnen, Arbeit und Freizeit und die Bildung von Schlafgemeinden sind die Folge.

Ein grosses Problem ist die oft nur geringe Ausnützung der Siedlungsflächen (Abb. 2). Dies hat negative ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen. Hierzu zählen die hohen Kosten für die

Erschliessung mit Strassen, Wasserversorgung, Strom und Abfallentsorgung, der höhere Energieverbrauch und der höhere Anteil ungedeckter Kosten im öffentlichen Verkehr.

Die Raumplanung hat die Zersiedelung bislang nicht einzudämmen vermocht. Die tatsächliche Entwicklung steht im Widerspruch zu den Prinzipien der Nachhaltigkeit, wie sie in der Agenda 21 aus der UNO-Konferenz in Rio 1992 und seit 1999 auch in der schweizerischen Verfassung verankert sind. «Die Zersiedelung des Landes und die Zerstörung von Kulturland sind ungelöste Probleme der Raumplanung» (Bundespräsidentin Leuthard und Bundeskanzlerin Casanova 2010). Ein wichtiger Grund dafür ist, dass die Zersiedelung durch falsche Anreize verschärft wird: Das Verursacherprinzip wird bei der Anlastung der Erschliessungskosten von Neubauten zu wenig angewendet, die externen Kosten des öffentlichen und privaten Verkehrs werden unzureichend internalisiert und die Wertsteigerungen infolge von Planungs-, Erschliessungs- und Infrastrukturmassnahmen nicht abgeschöpft. All dies macht das Bauen auf der grünen Wiese überproportional attraktiv (Frey und Zimmermann 2005).

Nachhaltigkeit erfordert Stopp der Zersiedelung

Die derzeitigen Trends der Siedlungsentwicklung in der Schweiz verstossen gegen das Ziel einer nachhaltigen Raumentwicklung, das immer schwieriger zu erreichen ist, je weiter die Zersiedelung voranschreitet (Abb. 3 und 4). Mit geeigneten Massnahmen scheint es aber auch heute noch möglich, Zersiedelung zu vermeiden, so dass sich die Schweiz künftig zumindest langsamer vom Ziel der Nachhaltigkeit entfernt als in den letzten Jahrzehnten. Viele der dafür nötigen Massnahmen sind zwar seit langem in Diskussion, wurden bisher jedoch nicht oder nur so zaghaft angewendet, dass sie kaum Wirkung zeigten.

Folgende Faktoren begünstigen eine Zunahme der Zersiedelung:

1. weiterhin hoher oder zunehmender Siedlungsflächenanspruch pro Einwohner
2. Zunahme der Bevölkerungszahl
3. stark gestreute Siedlungsentwicklung
4. Suburbanisierung
5. Bauen ausserhalb der Bauzonen, insbesondere in Landschaftsschutzgebieten
6. gestreute statt geklumpter Bauweise
7. dezentrale statt zentraler Siedlungsentwicklung

Aus dieser Liste lassen sich grundlegende Massnahmen zur Verminderung der künftigen Zersiedelung ableiten. Dabei ergibt sich folgende Hierarchie:

1. Die Vermeidung zusätzlicher Siedlungsfläche ist die wirksamste und damit wichtigste Massnahme. Verdichtendes Bauen, insbesondere das Füllen von Baulücken, Ersatzneubauten mit höherer Ausnützung und Wiedernutzung von Industriebrachen («Flächenrecycling») sind weiterhin möglich. Die Siedlungsflächen dehnen sich dabei nicht weiter aus.
2. Wo dies nicht möglich ist, soll man eine möglichst konzentrierte Entwicklung innerhalb der Bauzonen anstreben, d. h. keine neuen Siedlungsflächen und keine Einzelgebäude ausserhalb der Bauzonen. Neubauten entstehen direkt am Rand bestehender Siedlungen.
3. Wenn dies ebenfalls nicht möglich ist, sollen die notwendigen neuen Gebäude wenigstens nicht in schützenswerten Landschaften und Naturdenkmälern von nationaler Bedeutung (BLN-Gebiete), Moorlandschaften, Wildtierkorridoren usw. gebaut werden.
4. Der Umfang und die Lage der Bauzonen sollen entsprechend der Punkte 1 bis 3 überdacht und angepasst werden. Die Grösse der Bauzonen soll langfristig soweit wie möglich reduziert werden.

Abb. 2. Wie ist der Zersiedelungsgrad dieser Landschaft zu messen? Blick vom Säli-Schlössli bei Olten auf Aarburg/Rothrist. (Foto: Klaus Ewald, 1999)

Die drei ökologischen Fallen nach Haber (2007)

Fruchtbarer Boden ist eine endliche Ressource und seine Zerstörung ist langfristig irreversibel. Die Nahrungsmittelproduktion benötigt Acker- und Grünland mit geeigneten Böden. Auch die erhöhte Versorgung mit erneuerbarer Energie wird künftig umfangreiche Landflächen erfordern. Zudem wird weiterhin Landfläche für Siedlungs- und Industriezwecke, für Verkehrsanlagen, als Deponiefläche, aber auch für Erholungsgebiete und den Naturschutz beansprucht. Alle drei Formen der steigenden Flächennachfrage stehen miteinander in Konkurrenz. Deshalb hat sie Haber (2007) als «ökologische Fallen» bezeichnet, welche die Menschheit wahrscheinlich noch stärker bedrohen als jedes andere einzelne Umweltproblem. Haber weist warnend darauf hin, dass Land und fruchtbarer Boden in alarmierender Weise knapper werden, diese Verknappung aber weiterhin unterbewertet wird.

Die logische Konsequenz aus dem Ziel einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung ist, das Wachstum der Siedlungsflächen zu stoppen und bestehende Siedlungsflächen in agrarisch oder ökologisch wertvollen Bereichen partiell zurückzubauen. Zur Begrenzung der Zersiedelung sind klare gesetzliche Vorgaben als verlässliche Rahmenbedingung notwendig, um Rechtssicherheit zu schaffen, die Konkurrenz zwischen den Gemeinden um Arbeitsplätze, Steuerzahler und Einwohner zu beenden und bessere Kooperationen für die Nachhaltigkeit zu ermöglichen. Basierend auf verlässlichem ökologischem Wissen, Monitoring und Planung sind weitaus grössere Anstrengungen als bisher erforderlich, um Land und Boden zu erhalten und sorgfältig und haushälterisch zu nutzen (HABER 2007).

Daher besteht ein dringender Bedarf nach Zahlen, um verschiedene Regionen zu vergleichen und Entwicklungstrends zu identifizieren. Bisher gab es dafür jedoch keine befriedigenden Messgrössen.

Neue Messmethode: die gewichtete Zersiedelung

Bisherige Definitionen von Zersiedelung waren als Grundlage für die Messung der Zersiedelung zu ungenau. Ein Projekt im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 54 hat diese Lücke geschlossen (JAEGER *et al.* 2008; SCHWICK *et al.* 2010).

Benötigt wird eine Definition der Zersiedelung, die das eigentliche Phänomen beschreibt und von seinen Ursachen und Auswirkungen unterscheidet (JAEGER *et al.* 2010a):

> Zersiedelung ist ein Phänomen, das in der Landschaft optisch wahrnehmbar ist. Eine Landschaft ist umso stärker zersiedelt, je mehr Fläche bebaut ist, je weiter gestreut die Siedlungsflächen sind und je geringer deren Ausnützung für Wohn- oder Arbeitszwecke ist.

Damit ergänzen die messbaren Kriterien Grösse der Siedlungsfläche, Streuung der Siedlungsfläche und deren Ausnützung die intuitive Beurteilung der Zersiedelung. Jede Veränderung der Besiedelung kann anhand dieser Definition in ihrer Wirkung auf die Zersiedelung bereits in der Planungsphase analysiert werden.

Siedlungsfläche, Streuung und Ausnützung

Die Definition der Zersiedelung eignet sich dazu, ein Modell zu entwickeln, das sich mathematisch umsetzen lässt (JAEGER *et al.* 2010b). Die resultierende

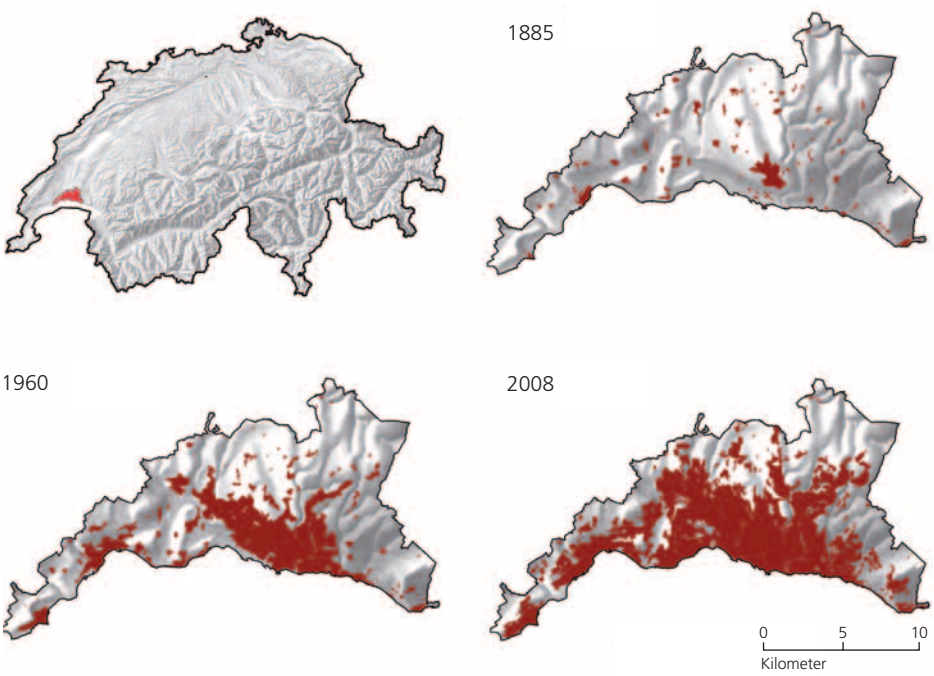


Abb. 3. Entwicklung der Siedlungsflächen in der Region Lausanne zwischen 1885 und 2008.

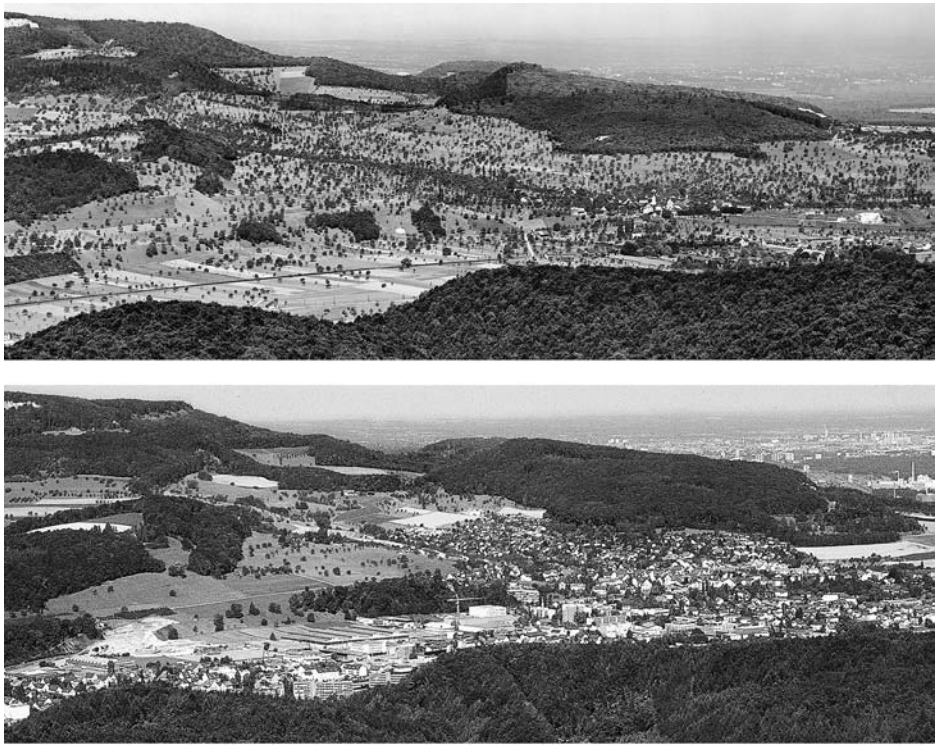


Abb. 4. Die Zersiedelung in Frenkendorf hat zwischen 1909 (oben) und 1999 (unten) – etwa der Dauer eines Menschenlebens – erheblich zugenommen. (Foto Frenkendorf 1909: K. Lüdin, Fotoarchiv Druckerei Lüdin AG, Liestal. Frenkendorf 1999: Karl Martin Tanner, Seltisberg)

Messgrösse für die Zersiedelung besteht aus drei Teilen:

$Z = UP * g_1(DIS) * g_2(FI)$

oder in Worten:

*Gewichtete Zersiedelung = Urbane Durchdringung * Gewichtung$_1$(Dispersion) * Gewichtung$_2$(Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz)*

Diese drei verwendeten Messgrössen sind wie folgt definiert:

1. Die *Urbane Durchdringung (UP = urban permeation)* wird in Durchsiedlungseinheiten (DSE) pro m² Landschaft angegeben [DSE/m²]. *UP* misst einerseits, wie gross die Siedlungsfläche ist (Abb. 5, obere Reihe), und andererseits, wie stark sie gestreut ist (*UP = DIS* * Siedlungsfläche / Fläche der Region).
2. Die Streuung der Siedlungsflächen wird als *Dispersion (DIS)* bezeichnet. Sie wird gemessen in Durchsiedlungseinheiten pro m² Siedlungsfläche [DSE/m²]. Der Grundgedanke ist, dass die Zersiedelung bei einer stärkeren Streuung der Siedlungsflächen zunimmt (Abb. 5, mittlere Reihe). Diese Messgrösse verwendet die Distanzen zwischen allen Punkten, die innerhalb von Siedlungsflächen liegen (anschliessend gemittelt über alle möglichen Punktepaare, für Details siehe JAEGER *et al.* 2010b). Je weiter diese Punkte voneinander entfernt sind, desto höher ist ihr Beitrag zur Dispersion.
3. *Flächeninanspruchnahme (FI):* Je weniger Siedlungsfläche pro Einwohner oder Arbeitsplatz beansprucht wird, desto besser ist die Ausnützung der Fläche (Abb. 5, untere Reihe). Die Flächeninanspruchnahme wird in m² Siedlungsfläche pro Einwohner oder Arbeitsplatz [m²/(EW+AP)] gemessen.

Die Dispersion und die Flächeninanspruchnahme werden mit den Gewichtungsfunktionen $g_1(DIS)$ und $g_2(FI)$ gewichtet, um die Unterschiede zwischen geringer und starker Streuung einerseits und andererseits zwischen schlecht und gut ausgenützten Siedlungsflächen besser zum Ausdruck zu bringen (Abb. 6). Wenn die Streuung der Siedlungsflächen auf dem Niveau des schweizerischen Durchschnitts des Jahres 1960 liegt, liegt der Gewichtungsfaktor $g_1(DIS)$ bei 1, bei höheren Werten der Dispersion steigt der Faktor bis auf 1,5, bei geringeren Werten der Dispersion nimmt der Faktor bis auf minimal 0,5 ab. Wenn die Flächeninanspruchnahme pro Person sehr gering ist – zum Beispiel in dicht bebauten Gebieten – liegt der Wert des Gewichtungsfaktors $g_2(FI)$ nahe bei 0. Dies entspricht dem intuitiven Verständnis, dass Innenstädte nicht zersiedelt sind. Der Gewichtungsfaktor erreicht einen Wert von 0,8 in Gebieten, in denen die Flächeninanspruchnahme 400 m² Siedlungsfläche pro Person entspricht. Dies entspricht der Zielvorstellung des Bundesrates. Wenn der Flächenbedarf pro Person höher ist, steigt der Gewichtungsfaktor bis auf 1 an (Abb. 6).

Wegen dieser beiden Gewichtungsfunktionen wird die Messgrösse als *gewichtete Zersiedelung (Z)* bezeichnet (Abb. 6).

Des weiteren spielt der Beobachtungshorizont eine grosse Rolle bei der

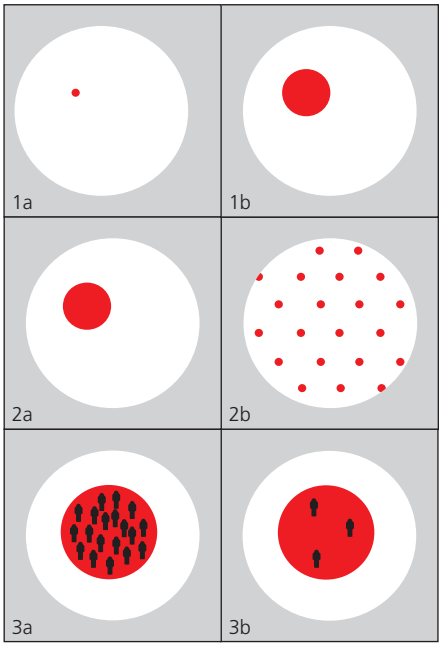


Abb. 5. In einer Landschaft (weiss) nimmt die Zersiedelung zu, wenn 1) die Siedlungsfläche wächst (obere Reihe), 2) die Streuung der Siedlungsflächen zunimmt (mittlere Reihe) oder 3) die Flächeninanspruchnahme pro Person (Einwohner oder Arbeitsplatz) grösser wird (untere Reihe).

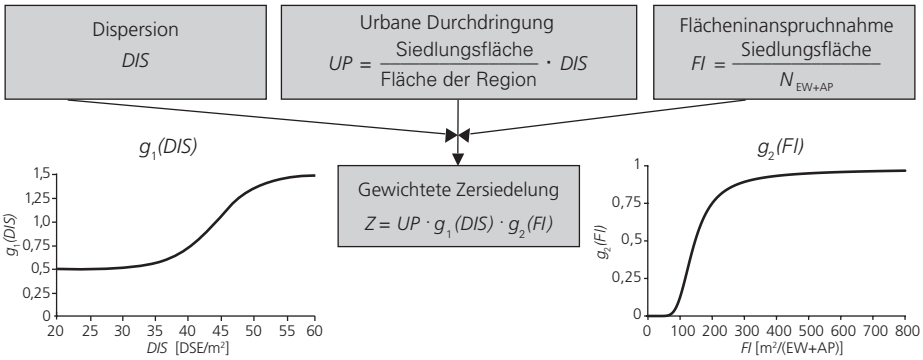


Abb. 6. Zusammenhang zwischen den Messgrössen für die Zersiedelung. Dabei bedeuten: *DIS* = Dispersion = Streuung der Siedlungsflächen; *UP* = Urbane Durchdringung (urban permeation); N_{EW+AP} = Zahl der Einwohner und Arbeitsplätze, g_1 und g_2 = Gewichtungsfunktionen für *DIS* und *FI*.

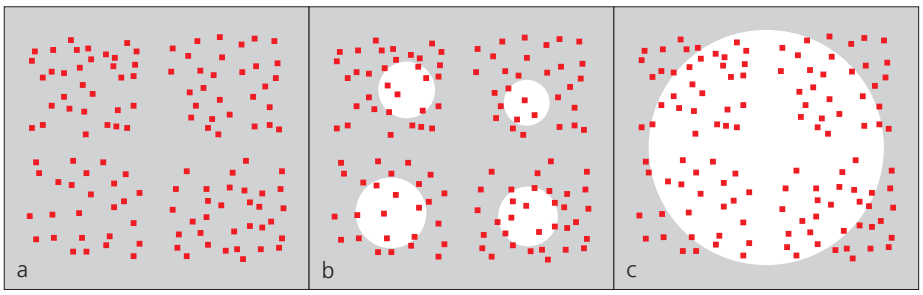


Abb. 7. Eine Landschaft ist mit Einzelgebäuden durchsetzt (a). Bei der Wahl eines kleinen Beobachtungshorizontes (b) erscheinen die Einzelgebäude nahezu gleichmässig verteilt. Bei der Wahl eines grösseren Beobachtungshorizontes (c) wird sichtbar, dass die Gebäude sich in vier Regionen der Landschaft gruppieren.

Wahrnehmung der Zersiedelung. Nur Gebäude innerhalb dieser (wählbaren) Entfernung tragen zur Zersiedelung am jeweiligen Ort bei (Abb. 7). Alle in diesem Merkblatt dargestellten Resultate wurden mit einem Beobachtungshorizont von zwei Kilometern berechnet.

Drei Beispiele zur Erläuterung der Methode

Um die Messmethode zu erläutern, dienen die Beispielregionen Sursee, Chur und Lugano (Abb. 8 und 9). Die Beispiele zeigen, dass erst das Zusammenspiel der drei Messgrössen der urbanen Durchdringung, der Dispersion und der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz ein vollständiges Bild der Zersiedelung ergeben.

Die gewichtete Zersiedelung ist in der Region Lugano am höchsten. Sie hat seit 1935 bis 2002 um 416 % zugenommen. Die Siedlungsflächen sind weit verstreut. Seit 1960 sind viele Ortschaften aufeinander zu gewachsen, was den Wert der Dispersion erhöht. Die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz ist – typisch für Agglomerationen – etwas geringer als im schweizerischen Mittel. Somit ist der Wert der gewichteten Zersiedelung ein wenig kleiner als der Wert der urbanen Durchdringung.

In der Region Chur ist die gewichtete Zersiedelung am geringsten. Sie hat «nur» um 126 % zugenommen. Zwischen 1935 und 1960 hat sie sich sogar verringert, weil die Anzahl der Einwohner und Arbeitsplätze deutlich stärker zugenommen hat als die Siedlungsfläche. Somit ist die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz markant gesunken. Der geringe Wert der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz ist typisch für städtische Gebiete. Auch in der Region Chur hat die Dispersion zwischen 1935 und 1980 stark zugenommen. 1980 bis 2002 erhöhte sich die Dispersion nur noch wenig, denn die neuen Siedlungsflächen wurden nun überwiegend in Baulücken oder am Rand der bereits bestehenden Siedlungsflächen erstellt.

Der Wert der gewichteten Zersiedelung liegt in der Region Sursee zwischen den Werten der beiden anderen Beispielregionen. Die gewichtete Zersiedelung war im Jahr 2002 um 175 % höher als

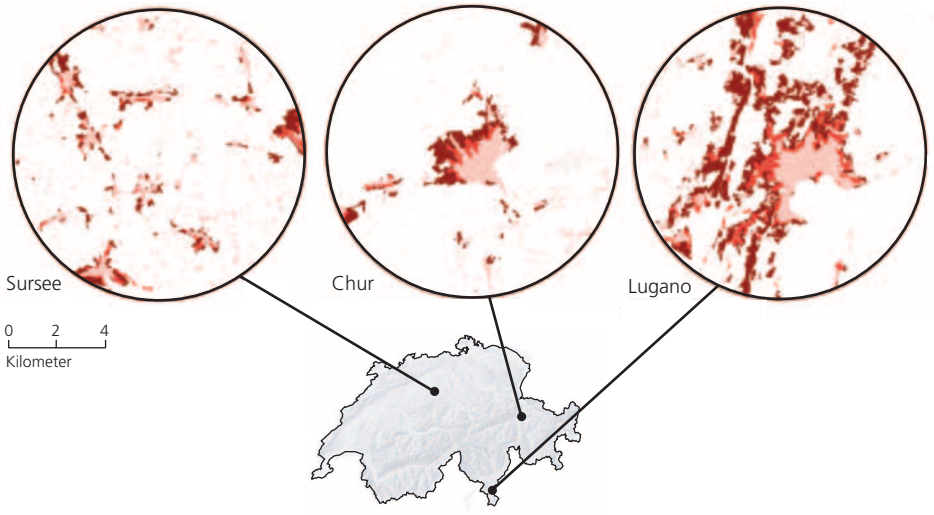


Abb. 8. Die Entwicklung der Siedlungsflächen in den drei Beispielregionen Sursee, Chur und Lugano. Der Durchmesser jeder Region beträgt 12 Kilometer. Die Karten zeigen die Entwicklung der Siedlungsflächen in den Jahren 1935 (hellrot), 1960 (rot) und 2002 (dunkelrot).

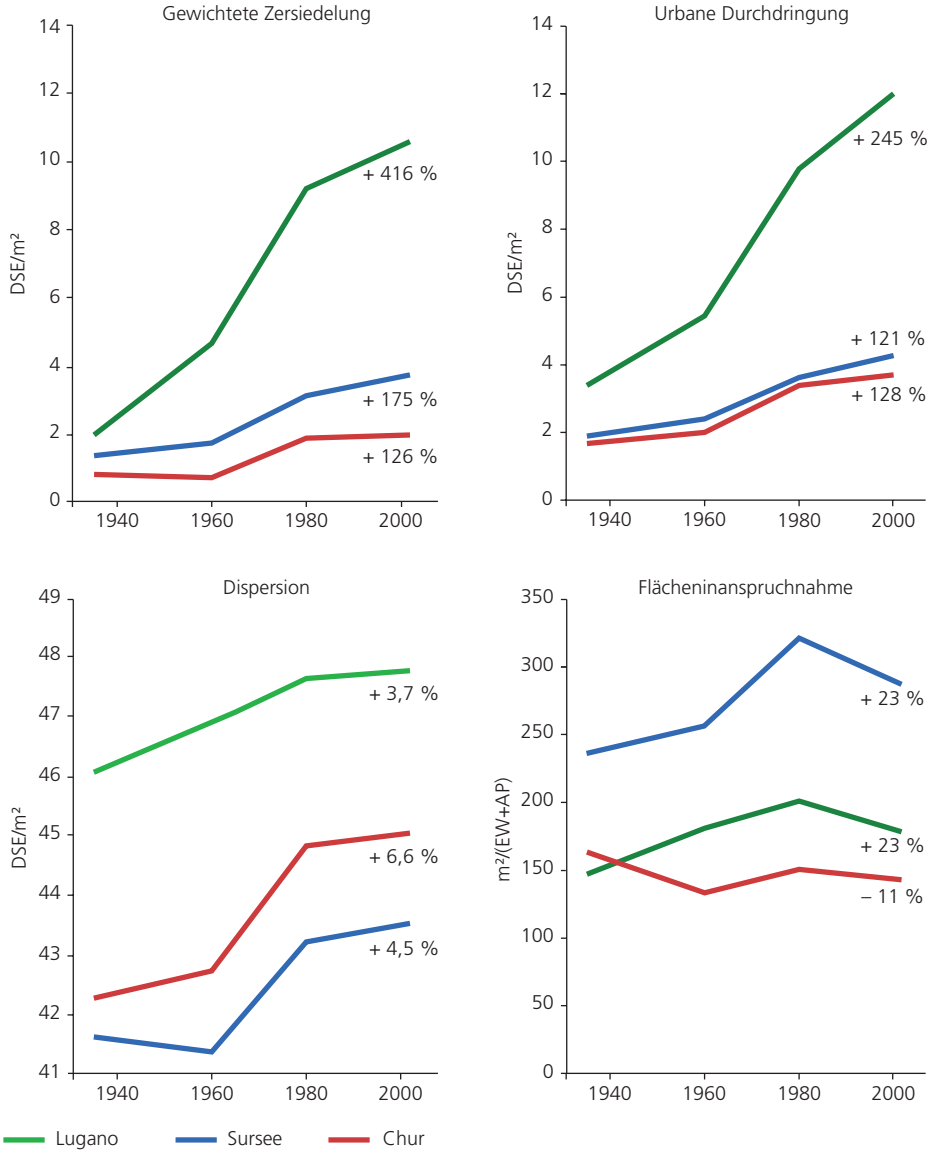


Abb. 9. Entwicklung der gewichteten Zersiedelung, der urbanen Durchdringung, der Dispersion und der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz in den drei Beispielregionen Lugano, Sursee und Chur. Vier Zeitpunkte sind dargestellt: 1935, 1960, 1980 und 2002.

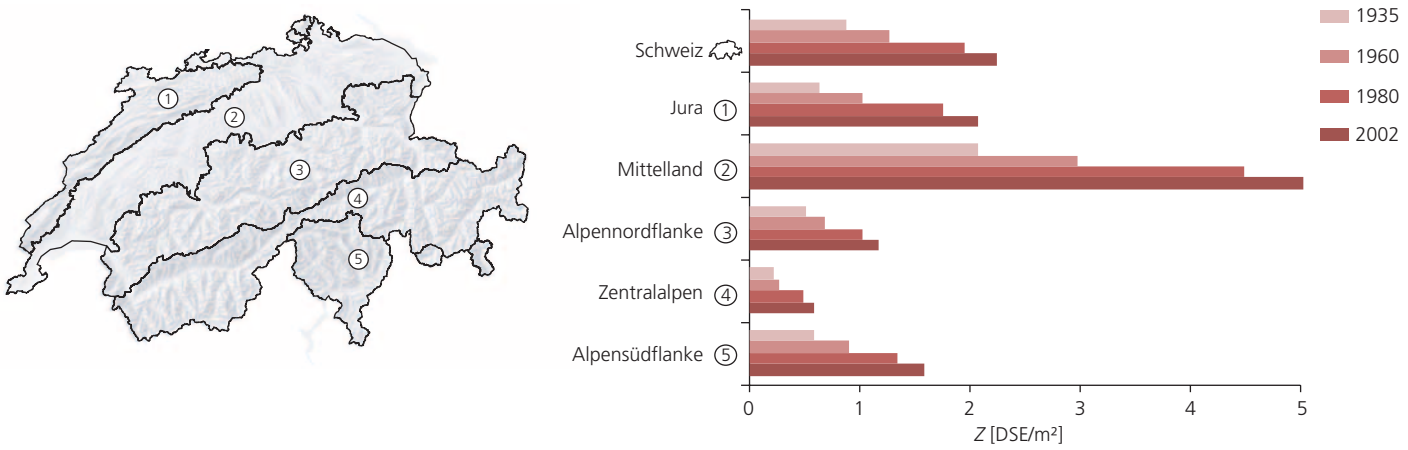


Abb. 10. Entwicklung der gewichteten Zersiedelung in der Schweiz und in den fünf biogeographischen Regionen zwischen 1935 und 2002.

im Jahr 1935. In der Region Sursee hat die Dispersion die geringsten Werte der drei Beispielregionen. Zwischen 1935 und 1960 ist sie sogar etwas zurückgegangen. Die Siedlungsflächen, die in der Region in dieser Zeit bebaut wurden, lagen nahe an den alten Dorfkernen. Die Siedlungsränder der einzelnen Dörfer sind weiter als der Beobachtungshorizont von zwei Kilometer voneinander entfernt. Ab 1960 wuchsen die Siedlungen und kamen einander an einigen Stellen näher als die zwei Kilometer des Beobachtungshorizontes. Die Dispersion der Region Sursee stieg deshalb stark an. Die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz in der Region Sursee ist hoch. Dies ist typisch für viele ländliche Regionen, die relativ locker überbaut sind.

Anwendungen der Methode der gewichteten Zersiedelung

Die gewichtete Zersiedelung ist auf allen Massstabsebenen vom nationalen Monitoring bis hinunter zur Quartierplanung anwendbar. Sie ist nützlich, um Zersiedelungsfragen sachlich zu diskutieren. Quantitative Angaben zur Geschwindigkeit des Landschaftswandels sind wichtig für zeitliche und räumliche Vergleiche, zum Erkennen von Trendänderungen und für überprüfbare Zielvereinbarungen. Verschiedene Planungsvarianten können hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Zersiedelung miteinander verglichen und Maximalwerte festgelegt – und überprüft – werden. Dabei werden nicht nur einzelne Planungsvorhaben, sondern auch die Summenwirkung aller für die Zukunft geplanten Projekte gemeinsam betrachtet. Die folgenden vier Anwendungsbeispiele illustrieren das:

Beispiel 1: Verwendung in der nationalen Raum- und Umweltbeobachtung

In der Schweiz bestehen diverse Monitoringsysteme zu Raum- und Umweltfragen. Die Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES) des Bundesamtes für Umwelt ist spezifisch auf eine nachhaltige Landnutzung ausgerichtet (Roth *et al.* 2010). In dieses Monitoringsystem ist die Messung der gewichteten Zersiedelung seit der Ersterhebung von 2010 integriert.

Die Zersiedelung in der Schweiz hat zwischen 1935 (0,87 DSE/m²) und 2002 kontinuierlich um 155 % zugenommen (Abb. 10). Die Hälfte des Wertes der Zersiedelung von 2002 (2,22 DSE/m²) war im Jahr 1951 erreicht, was bedeutet, dass sich die Zersiedelung innerhalb von 51 Jahren verdoppelt hat. Die stärkste Zunahme erfolgte in den Jahren 1960 bis 1980 mit einem Anstieg um 0,69 DSE/m². Dies war die Zeit der flächenhaften Suburbanisierung in der Schweiz. Auch in den fünf biogeographischen Regionen der Schweiz – Jura, Mittelland, Alpennordflanke, Zentralalpen und Alpensüdflanke – hat sich die Zersiedelung seit 1935 jeweils mehr als verdoppelt. In absoluten Werten hat bis 2002 die Zersiedelung im Mittelland am stärksten zugenommen und betrug zuletzt 5,02 DSE/m². Die Zunahme der Zersiedelung in den drei Alpenregionen ist ebenfalls besorgniserregend, zumal der grösste Teil der Siedlungsentwicklung in den räumlich begrenzten Talebenen stattfindet.

Sowohl für die Schweiz insgesamt als auch in den biogeographischen Regionen hat sich die Zersiedelung nach 1980 verlangsamt. Es gibt allerdings keinen Anlass zur Entwarnung: Das Wachstum der Siedlungsflächen seit 2002 deutet gemäss vorläufigen Daten darauf hin, dass sich die Zunahme der Zersiedelung im letzten Jahrzehnt wieder beschleunigt hat.

Beispiel 2: Untersuchung von funktional abgegrenzten Regionen

Die Methode der gewichteten Zersiedelung ist nicht an administrative Grenzen gebunden. Zwei Beispiele dazu sind die Talböden der Gebirgskantone und die Agglomerationen.

Das Zentralwallis

Das Landschaftsbild der Region Zentralwallis ist dreigeteilt: Das Tal der Rhône ist eben, von Siedlungsflächen durchsetzt und wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Daran schliessen die Berghänge und Seitentäler der Walliser und Berner Alpen an. Sie sind zu grossen Teilen bewaldet und von touristisch geprägten Siedlungen besetzt. Noch höher liegen die alpwirtschaftlich genutzten Flächen und die hochalpinen Regionen. Ausgehend von klar abgegrenzten Siedlungen im Tal und einzelnen alpwirtschaftlich genutzten Orten an den Berghängen

haben sich die Siedlungsflächen im gesamten Gebiet zwischen 1935 und 2002 stark ausgedehnt und sind teilweise zusammengewachsen. Ebenfalls sind neue Siedlungen ohne Verbindung zu älteren Siedlungskernen entstanden (Abb. 11).

1935 war die gewichtete Zersiedelung im Zentralwallis mit 0,4 DSE/m² etwa halb so hoch wie in der Schweiz insgesamt (Abb. 13, rote Kurve). Bis 2002 stieg dieser Wert um eindrückliche 703 % auf 3,2 DSE/m² und liegt nun um 44 % über dem Vergleichswert der Schweiz insgesamt. Die Streuung der Siedlungsflächen (Dispersion) ist von 43,23 DSE/m² auf 45,9 DSE/m² angestiegen. Dieser Wert liegt nun ebenfalls über demjenigen für die Schweiz insgesamt (44,95 DSE/m²). Besonders stark hat sich der Flächenbedarf pro Einwohner oder Arbeitsplatz erhöht. Im Jahr 1935 betrug er 163 m² und hat sich bis 2002 fast verdoppelt. Mit 302 m² liegt er um 36 % über dem Vergleichswert für die ganze Schweiz.

Abb. 11. Die Ebene der Rhône in der Region Zentralwallis, Blick von Vercorin nach St-Léonard: Grossflächige, dispers verteilte Siedlungen prägen das Landschaftsbild. (Foto: Yves Maurer, 2003)

Abb. 12. Hohe bauliche Dichten und klare Abgrenzung gegenüber dem Nichtbaugebiet. Überbauung «Feldhof» in Zug. (Foto: Die Geographen schwick+spichtig, 2011)

Die Darstellung der gewichteten Zersiedelung in einer Rasterkarte zeigt die starke Zunahme der Zersiedelung im Zentralwallis (Abb. 14, oben). Im Jahr 1935 dominierten eindeutig die unbebauten oder nur schwach zersiedelten Gebiete. Die Siedlungsfläche hat sich seit 1935 mehr als verdreifacht (2002: 4262 ha). Bis 2002 wurden grosse Teile des Zentralwallis stark zersiedelt (>15 DSE/m²). Insbesondere die Regionen um die beiden Zentren Sion und Sierre sind betroffen.

Sofern keine Siedlungsflächen rückgebaut werden, ist eine Abnahme der Zersiedelung in der Region Zentralwallis nur durch eine erhebliche Verringerung der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz möglich, d. h. wenn die Flächeninanspruchnahme auf deutlich unter 200 m²/(EW+AP) sinkt. Die Region müsste daher um mehr als 100 000 Einwohner oder Arbeitsplätze wachsen, ohne dass die Siedlungsfläche erweitert werden dürfte. In Anbetracht der grossen unbebauten Bauzonen, die heute bereits ausgewiesen sind, ist ohne massive Gegenmassnahmen vielmehr ein weiterer starker Anstieg der Zersiedelung wahrscheinlicher.

Zu bedenken ist auch, dass grosse Teile des Zentralwallis gar nicht besiedelbar sind. Somit wird klar, dass in solchen Auswertungen nicht nur der absolute Betrag der gewichteten Zersiedelung, sondern auch ihre relative Zunahme und die Grösse der nicht besiedelbaren Flächen berücksichtigt werden muss.

Region Zug

Die Region Zug liegt im Mittelland zwischen den beiden Grossstädten Zürich und Luzern am Zugersee. Die Region boomt, nicht zuletzt wegen des Standortvorteils aufgrund niedriger Steuern und der Nähe zur Metropole Zürich (Abb. 12).

Um 1935 waren die Siedlungsflächen der Gemeinden klar voneinander und vom Umland abgegrenzt (Abb. 14, unten). Bis 2002 hat sich die Siedlungsfläche stark ausgedehnt. Viele ehemals getrennte Siedlungsflächen sind zusammengewachsen. Die Zahl der Einwohner und Arbeitsplätze hat um 241 % zugenommen, die Siedlungsfläche jedoch nur um 121 %. Somit erfolgte insgesamt

eine Verdichtung der Siedlungsflächen, was sich in einem relativ geringen Anstieg des Wertes der gewichteten Zersiedelung (+26 %) niederschlug (Abb. 13, blaue Kurve). Als seltenes Beispiel nahm für Zug der Wert der gewichteten Zersiedelung zwischen 1980 und 2002 sogar deutlich ab (–34 %). Zwei planerische Ziele im Richtplan des Kantons Zug sind für diese Entwicklung von besonderer Bedeutung:

– «Kanton und Gemeinden trennen das Siedlungsgebiet vom Nichtsiedlungsgebiet. Linien begrenzen die Ausdehnung der Siedlungen;»
– «Kantone und Gemeinden stärken die Kerngebiete der Gemeinden sowie die wichtigen Knotenpunkte des öffentlichen Verkehrs. Die Gemeinden … lassen hohe Baudichten zu.»

Beide Bestimmungen vermeiden einen starken Anstieg der Siedlungsfläche, der urbanen Durchdringung und der Dispersion, und die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz sinkt. Tatsächlich ist der Wert für den Flächenbedarf pro Einwohner oder Arbeitsplatz zwischen 1980 und 2002 wesentlich kleiner geworden. Trotz einer Zunahme der Siedlungsfläche ist bei verdichtetem Bauen und der Ausnützung von Baulücken in bereits bestehenden Siedlungsflächen also eine Reduzierung der Zersiedelung möglich.

Die Region Zug ist ein Vorzeigebeispiel, wie die Zersiedelung nicht nur gebremst, sondern sogar verringert werden kann. Wegen der konsequenten Beschränkung der Neubaugebiete sind Wohnungen in der Region Zug allerdings knapp und dementsprechend teuer.

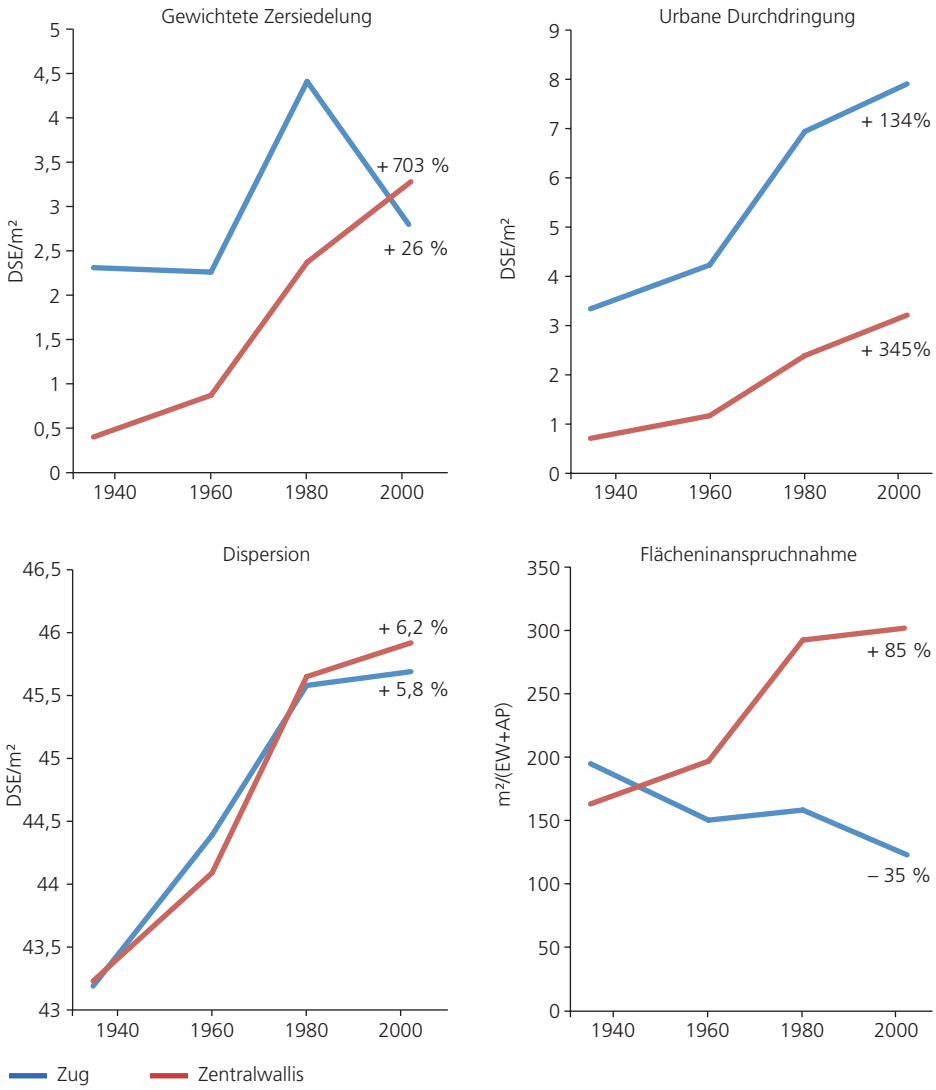


Abb. 13. Entwicklung der gewichteten Zersiedelung in der Region Zentralwallis und in der Region Zug im Zeitraum 1935 bis 2002.

Beispiel 3:
Szenarien – in welcher Landschaft wollen wir künftig leben?

Szenarien zur Zersiedelung der Schweiz zeigen auf, was Entscheide in der Siedlungspolitik langfristig für die Landschaft bedeuten können und welche alternativen Entwicklungen realisierbar sind. Die drei hier vorgestellten Szenarien basieren auf den Bevölkerungszahlen der Schweizer Volkszählung des Jahres 2000 und den Siedlungsflächen des Jahres 2002 (Abb. 15). Das *Minimalszenario* geht von einem Bevölkerungswachstum von 341 000 Einwohnern bis zum Jahr 2050 aus und davon, dass neu erstellte Siedlungen kompakt sind und stets direkt am Rand der bereits bestehenden Siedlungsflächen liegen. Das *Maximalszenario* rechnet mit einer Zunahme der Bevölkerung von 2 455 000 Einwohnern. Die neuen Siedlungen werden dispers im bebaubaren Raum verteilt. Das Szenario der *Verdichtung* nimmt ebenfalls ein Bevölkerungswachstum von knapp 2,5 Millionen bis zum Jahr 2050 an. Im Gegensatz zum Maximalszenario wächst hier die Siedlungsfläche nicht an, sondern die neue Bevölkerung wohnt und arbeitet in bestehenden Siedlungen.

Die Szenarien illustrieren, dass sowohl die Zunahme der Bevölkerung und der Siedlungsflächen als auch die räumliche Lage der zusätzlichen Siedlungsflächen (geklumpt oder gestreut) einen starken Einfluss auf die künftige Entwicklung der Zersiedelung in der Schweiz haben. Für die nächsten Jahrzehnte lässt sich ableiten,

– dass die Zersiedelung ohne Gegenmassnahmen weiterhin stark ansteigen wird;
– dass zwischen den Szenarien aber erhebliche Unterschiede bestehen;
– dass jedes Wachstum der Bevölkerung bei gleichbleibendem Flächenanspruch pro Einwohner oder Arbeitsplatz zu einem weiteren Anstieg der Zersiedelung führen wird;
– dass bei gegebenem Bevölkerungswachstum und gleichbleibender Flächeninanspruchnahme pro Person der Anstieg der Zersiedelung spürbar gebremst werden kann, wenn neu errichtete Siedlungsflächen geklumpt und nicht gestreut angeordnet werden;

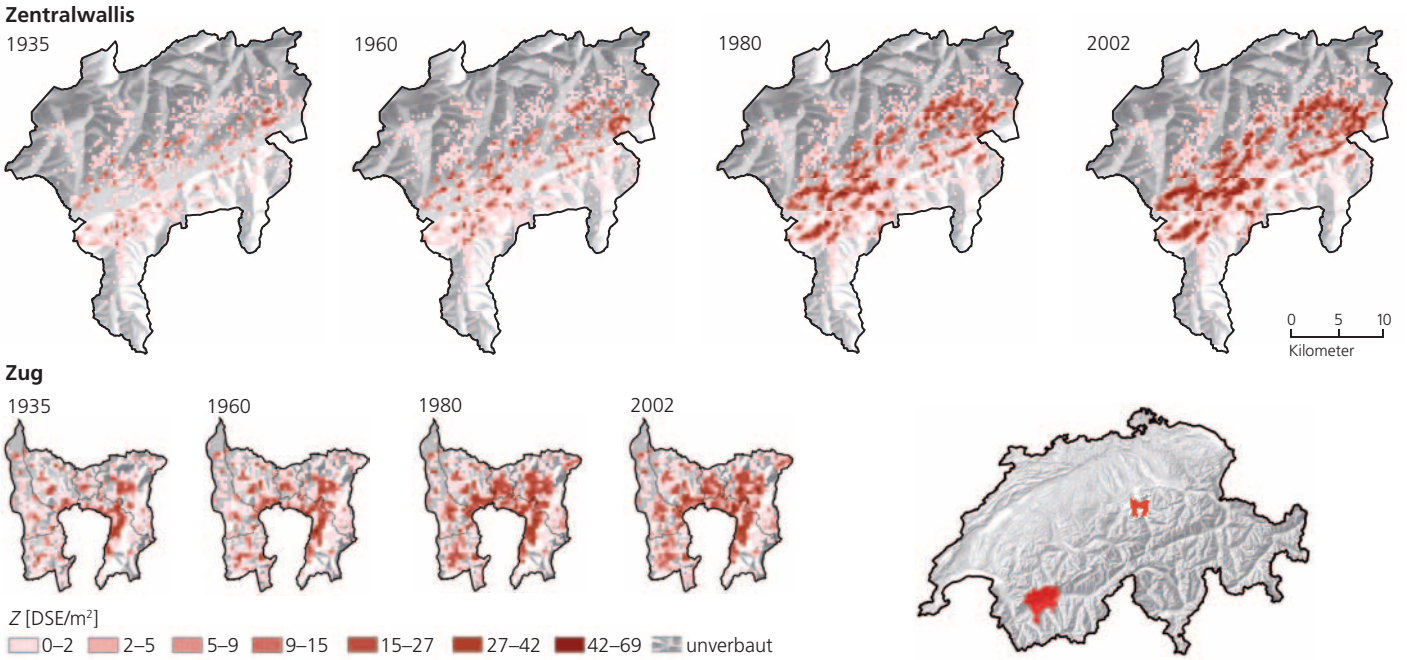


Abb. 14. Entwicklung der gewichteten Zersiedelung *Z* in den Regionen Zentralwallis (oben) und Zug (unten) zwischen 1935 und 2002. Die Grösse der Rasterzellen beträgt jeweils 300 m * 300 m.

– dass bei gegebener Zunahme der Bevölkerung der Anstieg der Zersiedelung spürbar gebremst werden kann, wenn die Siedlungsentwicklung konzentriert erfolgt und keine weitere Suburbanisierung der Landschaft stattfindet;
– dass die Zersiedelung bei gegebenem Bevölkerungswachstum mit einer Verringerung der Flächeninanspruchnahme pro Einwohner oder Arbeitsplatz nicht nur stark gebremst, sondern sogar verringert werden kann.

Das Minimalszenario prognostiziert für 2050 eine Bevölkerungszahl von knapp 7,5 Millionen Menschen in der Schweiz. In Realität wurde dieser Wert bereits 2010 um 400 000 Einwohner übertroffen. Folglich wird die Entwicklung der Zersiedelung höchstwahrscheinlich dem Maximalszenario entsprechen, wenn keine deutliche Korrektur der Flächeninanspruchnahme pro Person und keine Konzentration der neuen Siedlungsflächen erfolgen. Zu befürchten ist, dass der Anstieg der Zersiedelung auch in Zukunft entlang des oberen Randes des Entwicklungskorridors verlaufen wird.

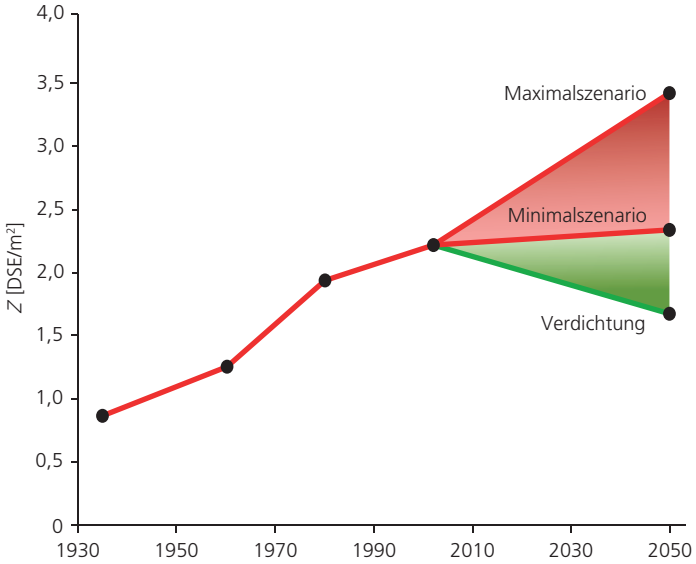


Abb. 15. Zunahme der gewichteten Zersiedelung seit 1935 in der Schweiz und voraussichtliche Entwicklung 2002 bis 2050.

Beispiel 4:
Anwendung in der Zonenplanung

Bei der Ausscheidung neuer Bauzonen ist die Methode der gewichteten Zersiedelung ein Instrument, um den Einfluss der neu bebaubaren Flächen auf die künftige Zersiedelung zu analysieren. Wo und wie dicht neue Bauzonen überbaut werden, beeinflusst den Wert der gewichteten Zersiedelung stark (Abb. 16).

In einer Landschaft von 9 ha liegen vier überbaute Parzellen mit einer Grundstücksfläche von je 900 m² und jeweils vier Einwohnern (Abb. 16, Fall A). Der Wert der gewichteten Zersiedelung beträgt im berechneten Beispiel 0,13 DSE/m². Im Fall B und C wird jeweils eine zusätzliche Parzelle mit der gleichen Grundstücksfläche und Einwohnerzahl überbaut. Wenn diese zusätzliche Bauparzelle im Zentrum der bereits überbauten Fläche liegt (Fall B), so nimmt die gewichtete Zersiedelung um 18 % zu. Die Dispersion verringert sich um 6 %. Wenn die neue Parzelle ausserhalb des bestehenden Siedlungsgebietes in der freien Landschaft liegt, steigt der Wert der gewichteten Zersiedelung deutlich

stärker (+60 % gegenüber Fall A, +36 % gegenüber Fall B) und die Dispersion nimmt ebenfalls deutlich zu.

Wenn die politische Vorgabe gilt, dass die Zersiedelung nicht mehr anwachsen soll, liefert die Methode der gewichteten Zersiedelung exakte Angaben, wie dieses Ziel zu erreichen ist. Im Fall B müsste man die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner um 20 % verringern. Dafür müsste in jeder Parzelle eine zusätzliche Person wohnen. Im Fall C müsste die Flächeninanspruchnahme pro Einwohner sogar um 33 % reduziert werden, was einer Zunahme von zwei Einwohnern pro Parzelle entspricht.

Massnahmen zur Eindämmung der künftigen Zersiedelung

Im Einzelnen schlagen wir folgende Massnahmen vor, um den Anstieg der Zersiedelung in der Schweiz zu reduzieren oder gänzlich zu stoppen. Je nach Region ist ein unterschiedliches Bündel von Massnahmen geeignet. In manchen Gebieten kann die Zersiedelung damit auch verringert werden. Die Massnahmen haben einen direkten Bezug zur Methode und den Messgrössen der gewichteten Zersiedelung.

Verdichtung bestehender Siedlungsflächen

Die wichtigste Massnahme ist, keine zusätzlichen Flächen zu überbauen. Die Siedlungsflächen dehnen sich nicht weiter aus. Verdichtendes Bauen in geschlossenen Siedlungsflächen ist weiterhin möglich. Die Werte der Messgrössen Urbane Durchdringung und Dispersion bleiben dann gleich, und die Flächeninanspruchnahme pro Kopf verringert sich, wenn die Zahl der Einwohner oder Arbeitsplätze zunimmt.

Stopp von dispersem Siedlungswachstum

Dies bedeutet, dass keine neuen Siedlungsflächen (auch keine Einzelgebäude) innerhalb von Bauzonen ohne Kontakt zu bestehenden Siedlungsgrenzen zugelassen werden. Nur Baulücken im Inneren und direkt am Rand von bestehenden Siedlungen, und dabei vorzugsweise an Orten mit geringer Dispersion, werden bebaut (geklumpte Siedlungsentwicklung).

Wirksamer Schutz von Freihaltegebieten

Die wenigen noch verbliebenen unzersiedelten und zersiedlungsarmen Gebiete sollten wirksam geschützt werden. Zu diesen Gebieten zählen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, die BLN-Gebiete, unzerschnittene verkehrsarme Räume, noch wenig erschlossene Landschaftskammern, Moorlandschaften, Biosphärenreservate, Siedlungstrenngürtel und Wildtierkorridore. Grundsätzlich zählen alle Gebiete ausserhalb der Bauzonen zu den Freihaltegebieten. Das noch verbliebene Agrarland sollte wie die Wälder vor Umwandlung in andere Nutzungen gesetzlich wirksam geschützt werden.

Zersiedlungssensitive Gebiete schonen

Regionen, die für weitere Zersiedelung besonders empfindlich sind, sollten nicht überbaut werden. An Orten mit grosser Dispersion können bereits relativ wenige neue Gebäude eine deutliche Verschlechterung bewirken. Beispiele für zersiedelungssensitive Gebiete sind Streusiedlungsgebiete oder die Talränder.

Siedlungsbegrenzung

Die Begrenzung von Siedlungsflächen durch die Festlegung von Siedlungsgrenzlinien, die Ausweisung von Siedlungstrenngürteln in der Richt- und Nutzungsplanung sowie Massnahmen zur Siedlungsentwicklung nach innen sind wesentliche Beiträge zur Eindämmung der Zersiedelung (Gennaio *et al.* 2009).

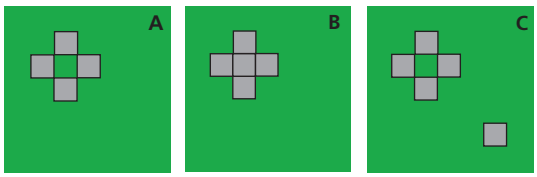
Einhaltung des Gebots des Bauens innerhalb der Bauzonen

Das Bauen ausserhalb der Bauzonen trägt stark zur Zersiedelung bei. Solche Bauten verschlechtern insbesondere den Wert der Dispersion und in aller Regel auch die Flächeninanspruchnahme pro Kopf.

Die folgenden vier Massnahmen beziehen sich auf die Zusammenarbeit zwischen mehreren Gemeinden oder Kantonen und die Entwicklung von Zielvorstellungen für die Zukunft.

Kontingentierung der Bauzonen und Mehrwertabschöpfung

Wenn sich das Wachstum der Siedlungsflächen nicht vermeiden lässt, ist eine Kontingentierung der Bauzonen eine sinnvolle Massnahme. Allerdings ist dies nicht ausreichend, um die Zersiedelung zu bremsen, da die bestehenden Bauzonen sehr gross sind. Die Wertsteigerung von Flächen aufgrund



	A	B	C
Urbane Durchdringung [DSE/m²]	0,3	0,4	0,5
Dispersion [DSE/m²]	7,8	7,3	10
Flächeninanspruchnahme [m²/(EW+AP)]	225	225	225
Gewichtete Zersiedelung [DSE/m²]	0,13	0,15	0,2

Abb. 16. Illustration der Methode der gewichteten Zersiedelung als Analyseinstrument bei der Einzonung. A) Ausgangpunkt der Entwicklung mit vier überbauten Parzellen. B) Die neu überbaute Parzelle liegt im Zentrum der bereits bestehenden Siedlungsflächen. C) Die neu überbaute Parzelle liegt «auf der grünen Wiese» ohne Bezug zur bereits bestehenden Siedlungsfläche.

Abb. 17. Wie wird die Schweiz im Jahr 2050 aussehen? Münsingen im Jahr 1981 (links) und im Jahr 2004 (rechts). Reproduziert mit Bewilligung von swissimage © swisstopo (BA110467).

ihrer Umwandlung in Bauland und dessen Erschliessung sollte abgeschöpft werden.

Überörtliche Standortplanung
Die Konkurrenz zwischen Gemeinden, Regionen oder Kantonen um Arbeitsplätze, Steuerzahler und Einwohner trägt stark zur Zersiedelung bei. Eine überörtliche Planung ist erforderlich, um die Zahl der Industriegebiete und Wohnquartiere und deren Flächenbedarf auf das Notwendige zu begrenzen und ihre Streuung so gering wie möglich zu halten.

Entwicklung von Ziel-, Grenz- und Richtwerten für die Zersiedelung
Für den haushälterischen Umgang mit einer knappen Ressource ist das Formulieren von Ziel-, Grenz- und Richtwerten ein wichtiger Handlungsansatz. Für das Gelingen einer solchen Festlegung spricht, dass Probleme in anderen Umweltbereichen (zum Beispiel zur Luftreinhaltung oder im Gewässerschutz) auf diesem Weg erfolgreich überwunden wurden. Grenzwerte müssen in einem politischen Entscheidungsprozess auf der Grundlage von wissenschaftlichen Daten (mit Werten der gewichteten Zersiedelung) festgelegt werden.

Langfristige Siedlungsplanung auf der Basis von Leitbildern
Es sollten langfristige Zielvorstellungen entwickelt werden, wie künftige nachhaltige Siedlungs- und Verkehrssysteme ausgestaltet sein sollen und welche Umbauszenarien sich daraus ableiten lassen (Baccini und Oswald 1998). Die Siedlungs- und Verkehrsplanung sollte von der Nachfrageorientierung auf eine Zielorientierung umgestellt werden, die auf Nachhaltigkeit ausgerichtet ist.

Passend kombiniert und konsequent umgesetzt werden sich diese Massnahmen positiv auf das Landschaftsbild der Schweiz auswirken: Zwischen dem Siedlungsgebiet und dem Nichtsiedlungsgebiet werden wieder klarere Grenzen erkennbar. Die Ränder der Siedlungen werden nicht mehr ausgefranst sondern eher abgerundet sein. Das Siedlungsgebiet wird generell verdichtet, wodurch dünn besiedelte Gebiete einen stärkeren urbanen Charakter erhalten. Innerhalb der Siedlungsflächen werden Industriebrachen und ungenutzte Bauzonen verdichtet überbaut. Die Umlagerung von Bauzonen bewirkt längerfristig, dass Industrie- und Gewerbezonen weniger gestreut, sondern konzentriert und stärker verdichtet (mehrstöckig) erstellt werden. Neue Siedlungsgebiete entstehen primär an Orten mit guter Erschliessung durch den öffentlichen Verkehr und keinesfalls mehr an Orten mit billigem Baugrund, die schwer mit öffentlichem Verkehr erschliessbar sind. Damit ergibt sich eine klarere Trennung zwischen urban geprägten Siedlungen, ländlich geprägten und historischen Siedlungsbildern und der freien Landschaft. Bei diesen Betrachtungen ist nicht aus den Augen zu verlieren, was ohne diese Massnahmen entstehen würde (Abb. 17): Dies wäre eine grossflächige, disperse Überbauung der Schweiz – die Zersiedelung würde mit all ihren unerwünschten Folgen rasch weiter zunehmen.

Literatur

Baccini, P.; Oswald, F., 1998: Netzstadt: Transdisziplinäre Methoden zum Umbau urbaner Systeme. Vdf Hochschulverlag Zürich, 252 S.

Burckhard, L.; Frisch, M.; Kutter, M., 1955: achtung: die Schweiz: Ein Gespräch über unsere Lage und ein Vorschlag zur Tat. Basler politische Schriften 2, Basel. 54 S.

Ewald, K.C.; Klaus, G., 2009: Die ausgewechselte Landschaft: Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 752 S. + 8 Karten.

Frey, R.L.; Zimmermann, H., 2005: Neue Rahmenbedingungen für die Raumordnung als Chance für marktwirtschaftliche Instrumente. DISP 161: 5–18.

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. Environ. 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. Zürich, Schweizerischer Nationalfonds, Nationales Forschungsprogramm NFP54 «Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung». 343 S.

JAEGER, J.; BERTILLER, R.; SCHWICK, C.; KIENAST, F., 2010a: Suitability criteria for measures of urban sprawl. Ecol. Indic. 10: 397–406.

JAEGER, J.; BERTILLER, R.; SCHWICK, C.; CAVENS, D.; KIENAST, F., 2010b: Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. Ecol. Indic. 10: 427–441.

LEUTHARD, D.; CASANOVA, C., 2010: Botschaft zur Volksinitiative «Raum für Mensch und Natur (Landschaftsinitiative)». Bundesblatt 2010 1033 (20. Januar 2010).

ROTH, U.; SCHWICK, C.; SPICHTIG, F., 2010: Zustand der Landschaft in der Schweiz. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Umwelt-Zustand Nr. 1010. Bern, Bundesamt für Umwelt, 64 S.

SCHWICK, C.; JAEGER, J.; BERTILLER, R.; KIENAST, F., 2010: Zersiedelung der Schweiz – unaufhaltsam? Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 114 S. und 4 Karten. (+ Korrekturblatt unter www.gpe.concordia.ca/documents/BuchZersiedelungKorrekturen.pdf).

Adressen der Autoren

Christian Schwick, Die Geographen schwick+spichtig, Glasmalergasse 5, 8004 Zürich, Schweiz.
schwick@diegeographen.ch

Prof. Dr. Jochen A. G. Jaeger, Concordia University Montreal, Department of Geography, Planning and Environment, 1455 de Maisonneuve Blvd. West, Montréal, Québec H3G 1M8, Canada.
jjaeger@alcor.concordia.ca

Prof. Dr. Felix Kienast,
Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz.
felix.kienast@wsl.ch

Weitere Informationen unter:
www.wsl.ch/zersiedelung

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876

Konzept

Forschungsergebnisse werden zu Wissens-Konzentraten und Handlungsanleitungen für Praktikerinnen und Praktiker aufbereitet. Die Reihe richtet sich an Forst- und Naturschutzkreise, Behörden, Schulen und interessierte Laien.

Französische Ausgaben erscheinen in der Schriftenreihe
Notice pour le praticien ISSN 1012-6554
Italienische Ausgaben erscheinen in loser Folge in der Zeitschrift
Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi.

Die neuesten Ausgaben (siehe www.wsl.ch/merkblatt)

Nr. 46: Wohlgemuth, T.; Brigger, A.; Gerold, P.; Laranjeiro, L.; Moretti, M.; Moser, B.; Rebetez, M.; Schmatz, D.; Schneiter, G.; Sciacca, S.; Sierro, A.; Weibel, P.; Zumbrunnen, T.; Conedera, M., 2010: Leben mit Waldbrand. Merkbl. Prax. 46: 16 S.

Nr. 45: Lüscher, P.; Frutig, F.; Sciacca, S.; Spjevak, S.; Thees, O., 2010: Physikalischer Bodenschutz im Wald. Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. 2. Aufl. Merkbl. Prax. 45: 12 S.

Nr. 44: Forster, B.; Meier, F., 2010: Sturm, Witterung und Borkenkäfer. Risikomanagement im Forstschutz. 2. Aufl. Merkbl. Prax. 44: 8 S.

Nr. 43: Csencsics, D.; Galeuchet, D.; Keel, A.; Lambelet, C.; Müller, N.; Werner, P.; Holderegger, R., 2008: Der Kleine Rohrkolben. Bedrohter Bewohner eines seltenen Lebensraumes. Merkbl. Prax. 43: 8 S.

Nr. 42: Di Giulio, M.; Tobias, S.; Holderegger, R., 2007: Landschaftszerschneidung in Ballungsräumen. Was wissen wir über die Wirkung auf Natur und Mensch? Merkbl. Prax. 42: 8 S.

Managing Editor

Martin Moritzi
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/publikationen

Layout: Jacqueline Annen, WSL

Druck: Sihldruck AG