

Fortschreitende Zerschneidung und Zersiedelung der Landschaften in der Schweiz – unaufhaltsam?

Jochen Jaeger, René Bertiller, Christian Schwick

Urbanisierung und Landschaftszersiedelung sind globale Phänomene, weit über die Schweiz und Europa hinaus. Ab dem Jahr 2008 wird die Hälfte der Erdbevölkerung in Städten und Agglomerationen leben. Da die Ursachen in den verschiedenen Erdteilen jeweils andere sind, stellen sich mit dieser Entwicklung auch ganz unterschiedliche Probleme. Der neueste Bericht der europäischen Umweltagentur mit dem Titel «Zersiedelung – die ignorierte Herausforderung in Europa» stellt dringenden Handlungsbedarf fest und schlägt vor, europäische Vorgaben zu entwickeln, um die Städteplanung in Europa zu koordinieren und zu überwachen (European Environment Agency 2006).



Abbildung 1:
Zersiedelte und strukturell
verarmte Landschaft im schwei-
zerischen Mittelland
(Foto J. Jaeger).

Der Landschaftsverbrauch in der Schweiz steht seit etwa 30 Jahren zunehmend unter Kritik (z.B. Ewald 1978, Weiss 1981), ohne dass sich jedoch die Entwicklungsrichtung seither spürbar verändert hätte. Schon 1955 hatte ein schmales rotes Büchlein mit dem Titel *«achtung: die Schweiz»* vor einer unkontrolliert wachsenden Stadtlandschaft gewarnt. Die drei Autoren Lucius Burckhard, Max Frisch und Markus Kutter schlugen vor, die Begrenztheit der Fläche als gegebene Rahmenbedingung zu respektieren, die Konsequenzen daraus weitsichtig zu bedenken und die weitere Siedlungsentwicklung der Schweiz bewusst zu gestalten und zu planen (Burckhard et al. 1955). Eine solche Planung sei keineswegs eine Einschränkung der Freiheit, sondern ganz im Gegenteil wie im Umgang mit anderen begrenzten Ressourcen notwendig, um möglichst viel Freiheit für alle Menschen zu bewahren. Ihr Vorschlag, anstelle einer Landesausstellung eine Stadt mit Modellcharakter zu bauen, um diese Gedanken beispielhaft zu verwirklichen, wurde von der Politik allerdings nicht aufgenommen.

Beunruhigende Folgen der Zerschneidung und Zersiedelung

Eng verknüpft mit der Zersiedelung ist die Landschaftszerschneidung durch Verkehrswege. Bei den Auswirkungen der Zerschneidung bestehen Schwellenwerte, bei deren Erreichen das Aussterberisiko von Wildtierpopulationen sehr rasch ansteigt (Jaeger & Holderegger 2005). Je weiter gestreut im Raum die Siedlungsflächen sind, umso mehr Verkehrswege – und andere Infrastrukturen – sind nötig, um die Siedlungen zu erschliessen und zu vernetzen. Die disperse, d.h. gestreute Besiedlung führt somit zum Verlust grosser zusammenhängender Gebiete. Damit gehen ökologisch besonders wertvolle Lebensräume und ökonomisch besonders günstig zu bewirtschaftende Landwirtschaftsflächen verloren. Wie sehr die Siedlungen in der Landschaft verstreut sind, ist daher ein wesentliches Kennzeichen der Zersiedelung. Ein Beispiel hierfür sind die Einzelgebäude ausserhalb der Bauzonen. Sie tragen besonders stark zur Zersiedelung bei.

Heute sind die Zerschneidung und Zersiedelung in den Landschaften der Schweiz augenfällig (Abb. 1). Sie sind nicht nur Folgen des Bevölkerungswachstums, sondern mehr noch

Ausdruck eines veränderten Lebensstils mit höheren Ansprüchen an Wohnraum und Mobilität. Sie bringen jedoch zahlreiche negative ökologische, ästhetische und wirtschaftliche Folgen mit sich. Beispiele sind die Versiegelung des Bodens, verbunden mit langfristig irreversiblen Verlust der natürlichen Bodenfunktionen, zumal überwiegend landwirtschaftlich wertvolle Böden überbaut werden, Abnahme gefährdeter einheimischer Tier- und Pflanzenarten (z.B. Amphibien; Gagné & Fahrig 2007), Eindringen habitatfremder Arten und Überformung des natürlichen Artenspektrums, überproportional hohe Erschliessungskosten für Verkehr und Energieversorgung, zunehmende Verlärmung der Landschaft und Verringerung der Erholungsqualität. Typische Auswirkungen der Zersiedelung sind auch der Verlust von Freiflächen und Naherholungsgebieten, geringe Bebauungs- und Bevölkerungsdichte, die räumliche Trennung von Wohnen und Arbeit und hohe Pendlerzahlen. Darüber äussern sich Wissenschaft, Planung, Wirtschaft und Politik vermehrt mit Besorgnis.

Das Beispiel der Wildtierkorridore

Das ökologische Netzwerk und die Korridore für Wildtiere sind von der Zerschneidung und Zersiedelung besonders stark betroffen. Die Zerschneidungskarte der Schweiz kann mit dem grossräumigen Vernetzungssystem überlagert werden, um die Konfliktpunkte aufzuzeigen (Abb. 2). Die Überlagerung liefert Informationen darüber, wo Wildtierpassagen benötigt werden oder wo ein Rückbau von Verkehrswegen wünschenswert ist. Deutlich erkennbar ist, dass die Tiere sehr viele Barrieren überqueren müssen, um z.B. vom Jura aus den Alpenraum zu erreichen. Die Überlagerung kann für verschiedene Zeitschnitte erfolgen, um zu erkennen, wo und wie rasch sich der Zustand der Wildtierkorridore im Lauf der Jahrzehnte verändert hat.

Die Wildtierkorridore dienen der grossräumigen Vernetzung der Lebensräume von Populationen. Sie ermöglichen den genetischen Austausch zwischen den und innerhalb von Populationen, die für die Art typische Fortbewegung der Populationen in der Landschaft, z.B. saisonale Wanderungen, und die aktive Ausbreitung, um neue Lebensräume zu erschliessen oder ehemalige Lebensräume wieder zu besiedeln. Von den

303 erfassten Wildtierkorridoren mit überregionaler Bedeutung wurden 28% als intakt, 56% als beeinträchtigt und 16% als weitgehend unterbrochen eingestuft (Holzgang et al. 2001). Die Sanierungsplanung für die Wildtierkorridore sieht unter anderem vor, dass zu den 23 bestehenden Wildtierpassagen bis 2013 15 neue Wildtierpassagen gebaut werden (Holzgang et al. 2005). Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass nur ein Teil der Auswirkungen von Verkehrswegen durch Wildtierpassagen gemildert wird, andere aber nicht (z.B. Verlärmung der Landschaft).

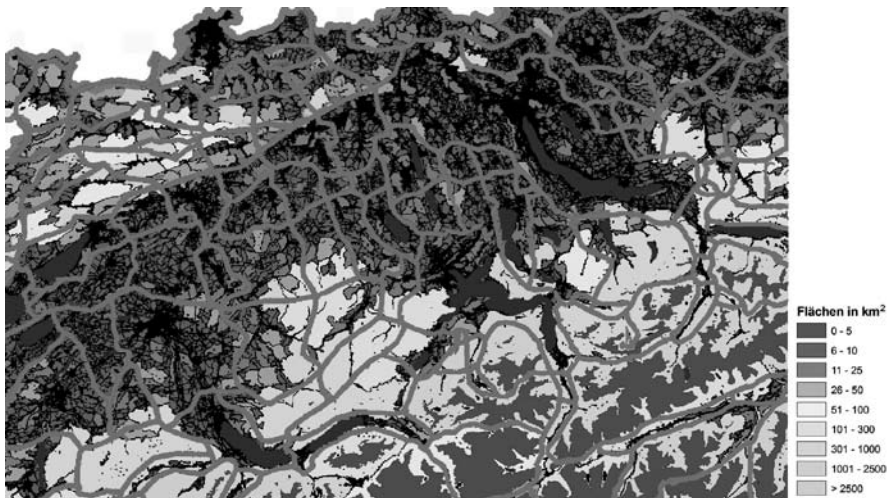


Abbildung 2: Überlagerung der Zerschneidungskarte (nach Bertiller et al. 2007) mit dem ökologischen Vernetzungssystem (nach Holzgang et al. 2001). Gezeigt ist ein Ausschnitt mit Schwerpunkt auf dem Mittelland.

Wie misst man Zerschneidung?

Es besteht Bedarf nach Daten, die einen Vergleich verschiedener Regionen hinsichtlich der Entwicklung von Zerschneidung und Zersiedelung erlauben.

Der Zerschneidungsgrad kann mit der effektiven Maschenweite oder Maschendichte gemessen werden (Jaeger 2000). Dies sind Masse für die Engmaschigkeit der verbliebenen Landflächen. Die effektive Maschenweite ist proportional zur

Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig ausgewählte Punkte in einem Gebiet miteinander verbunden sind, d.h. nicht durch Barrieren (z.B. Schienen, Strassen oder Siedlungen) getrennt sind. Je mehr Trennelemente die Landschaft zerteilen, umso geringer wird diese Wahrscheinlichkeit und umso kleiner wird die effektive Maschenweite. Damit nimmt auch die Möglichkeit dafür ab, dass Tiere oder Menschen sich frei in der Landschaft bewegen können, ohne solchen Barrieren zu begegnen. Die Begegnungsmöglichkeit von Tieren derselben Art ist aber eine wesentliche Bedingung für deren Fortpflanzung und Überleben. Diese Verbindungswahrscheinlichkeit wird durch die Multiplikation mit der Gesamtgrösse des Gebiets in eine Flächengrösse – die effektive Maschenweite – umgerechnet (angegeben in km²). Daraus wird die effektive Maschendichte s_{eff} ermittelt, d.h. die Anzahl der Maschen pro 1000 km² ($s_{\text{eff}} = 1/m_{\text{eff}}$).

Das Projekt «Landschaftszerschneidung Schweiz 1885–2002» hat den Zerschneidungsgrad der Landschaft in der Schweiz vermessen (Bertiller et al. 2007). Die ersten Ergebnisse aus dem Projekt sind bereits in der «Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2006» zu finden (BFS & BAFU 2006). Demnach hat die effektive Maschendichte in der Schweiz seit 1935 um 88% zugenommen. Für den Entwicklungstrend der effektiven Maschendichte ist keine nennenswerte Abschwächung erkennbar: Die Maschendichte stieg zwischen 1980 und 2002 zwar etwas weniger steil an als zwischen 1960 und 1980, aber noch immer rascher als im Zeitraum 1935 bis 1960. Die Ergebnisse zeigen, dass grosse Unterschiede in den Werten der effektiven Maschenweite zwischen den drei Alpenregionen mit Werten über 250 km² einerseits und dem Mittelland bzw. dem Juragebiet andererseits (Werte unter 25 km²) bestehen. Die Abnahme der effektiven Maschenweite beträgt je nach Naturraum zwischen 37% und 60% gegenüber 1935. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen als ein Beispiel die Entwicklung im Kanton Solothurn.

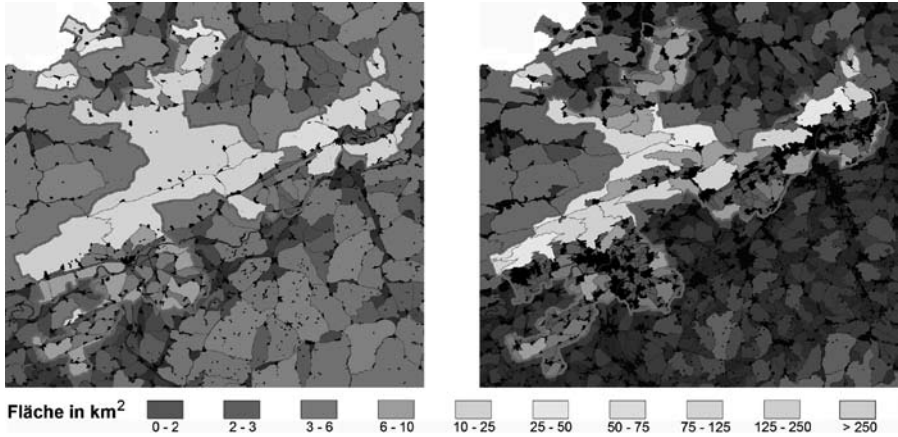


Abbildung 3: Kanton Solothurn – Situation der Landschaftszerschneidung in den Jahren 1885 (links) und 2002 (rechts) (Massstab ungefähr 1:700 000). Als Trennelemente wurden die Verkehrswege (ab 3.-Klass-Strassen) und die Siedlungsflächen (schwarz) berücksichtigt (Bertiller et al. 2007).

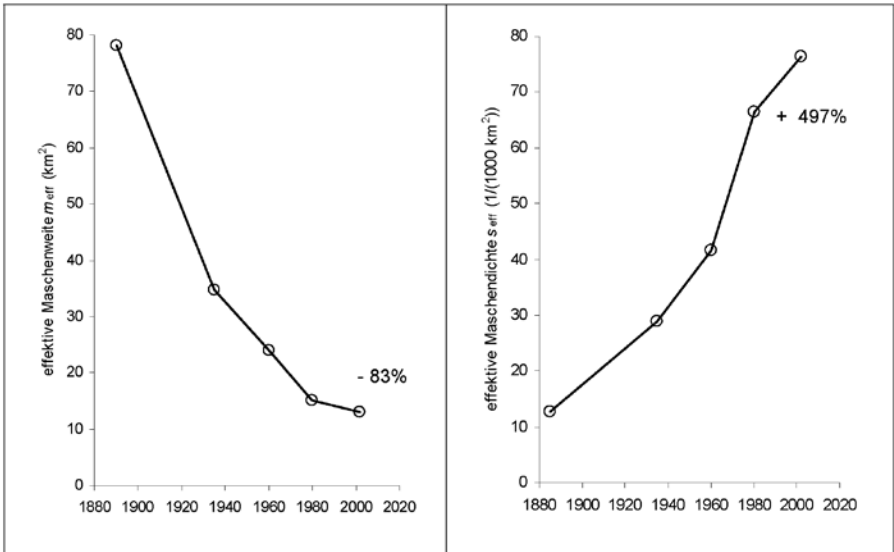


Abbildung 4: Entwicklung der Landschaftszerschneidung im Kanton Solothurn, dargestellt mit der effektiven Maschenweite (links) und der effektiven Maschendichte (rechts) zwischen 1885 und 2002 (für Zerschneidungsgeometrie 4 = «Landflächen unterhalb 2100 m») (Bertiller et al. 2007).

Alle grösseren Flächen im Kanton Solothurn sind erheblich zerschnitten worden (Abb. 3). Überreste von ihnen liegen nördlich und südlich des Scheltenpasses. Die Siedlungsfläche hat sich entlang des Jurasüdfusses massiv ausgedehnt.

Die Abnahme der effektiven Maschenweite im Kanton Solothurn erfolgte kontinuierlich und schnell. In den letzten 120 Jahren ist die effektive Maschenweite auf etwa ein Viertel abgesunken. Zwischen 1935 und 1960 wurden etwas weniger 2.-Kl.-Strassen und höherklassige Strassen gebaut, danach wieder deutlich mehr: Es fand ein Ausbau von 3.-Kl.-Strassen, die Jurafalten überqueren, zu 2.-Kl.-Strassen statt (wie auch im Kanton Jura), und zusätzlich wurden neue 3.-Kl.-Strassen gebaut. Die effektive Maschendichte (Abb. 4 rechts) hat recht gleichmässig rasch zugenommen mit einer besonders starken Phase zwischen 1960 und 1980. Es ist keine nennenswerte Trendänderung erkennbar.

Wie misst man Zersiedelung?

Anders als bei der Landschaftszerschneidung gab es bisher keine befriedigenden Messgrössen, um den Grad der Zersiedelung einer Landschaft in Zahlen auszudrücken. Es wurde lediglich die Gesamtgrösse der beanspruchten Flächen angegeben, unabhängig vom Grad ihrer Streuung. Ein erstes wichtiges Ziel des Projektes «Landschaftszersiedelung in der Schweiz: Quantitative Analyse 1935–2002 und Folgerungen für die Raumplanung» im Rahmen des NFP 54 war es daher, geeignete Messgrössen zu entwickeln (Jaeger et al. 2007). Dabei bestand die Schwierigkeit, dass die vorhandenen Definitionen von Zersiedelung zu allgemein und ungenau sind, um daraus eine quantitative Messmethode abzuleiten, und zum Teil sogar widersprüchlich sind. Als Folge davon betrachten verschiedene Autoren unterschiedliche Aspekte und definieren ihre eigenen Messgrössen, um sie zu quantifizieren. Zunächst wurde deshalb die folgende Definition von «Zersiedelung» erstellt:

«Zersiedelung ist ein Phänomen, das in der Landschaft optisch wahrnehmbar ist. Eine Landschaft ist umso stärker zersiedelt, je stärker sie von Gebäuden durchsetzt ist. Der Grad der Zersiedelung ist das Ausmass der Bebauung der Landschaft mit

Gebäuden und deren Streuung. Je mehr Flächen bebaut sind und je weiter gestreut die Gebäude sind, desto höher ist daher die Zersiedelung» (Jaeger & Bertiller 2006).

Die Ursachen und Auswirkungen der Zersiedelung sind nicht Bestandteil dieser Definition, sondern werden davon unterschieden. Die Ursachen umfassen unter anderem den Wunsch nach Wohnen im Grünen und nach billigen Industriebauten, die Suche nach günstigem Baugrund, das plan- oder konzeptlose Bebauen der Landschaft, das Ausweisen von zu grossen Bauzonen und das Bauen ausserhalb der Bauzonen. Eine der wichtigsten Auswirkungen ist eine geringe Bebauungs- und Bevölkerungsdichte. Angaben zur Dichte sind eine wichtige separate Angabe, um die Werte zum Zersiedelungsgrad zu interpretieren.

Das NFP-Projekt erfasst die Entwicklung der Zersiedelung in der Schweiz von 1935 bis 2002 quantitativ auf der Grundlage von Landeskarten. Der zeitliche Verlauf des Zersiedelungsgrades soll als Indikator für Nachhaltigkeit für das MONET-Projekt (Monitoring der nachhaltigen Entwicklung) sowie für das «Programm Raumbewertung Schweiz» dienen. Um Trends und ihre Auswirkungen zu identifizieren, erarbeitet und vergleicht das Projekt alternative Szenarien, die auf der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und verschiedenen räumlichen Verteilungen von neuen Siedlungsflächen basieren. Dazu wird ermittelt, welche Ergebnisse eine Fortsetzung des heutigen Trends (mit und ohne Schutz der BLN-Gebiete), eine zentrale Urbanisierung, eine dezentrale Konzentration, eine Suburbanisierung und ein ungesteuertes «wildes» Siedlungsflächenwachstum haben. Dabei werden jeweils verdichtete und disperse Verteilungen der neuen Siedlungen gegenübergestellt. Solche Daten und Szenarien bilden eine Grundlage für die regionale Planung, die Raum- und Verkehrsplanung und für politische Entscheidungsprozesse. Weiterhin werden die Daten für die Sensibilisierung des Problembewusstseins in der Öffentlichkeit nützlich sein.

Erste Resultate zum Grad der Zersiedelung

Es wurden drei neue Messgrössen für die Zersiedelung entwickelt (Jaeger et al., in Vorb.):

Urban Permeation (urbane Durchdringung der Landschaft, UP),
Dispersion (Streuung, DIS) und
Total Sprawl (Gesamtdurchsiedlung, TS).

Ihre Werte wurden für alle Kantone und die Schweiz insgesamt berechnet (für vier Zeitpunkte seit 1935). Das Mass «urbane Durchdringung» gibt an, wie stark die Landschaft durch Siedlungsflächen durchsetzt ist, d.h. nicht nur, wie viel Siedlungsfläche vorhanden ist, sondern auch wie stark gestreut sie ist. Der Wert kann zwischen Landschaften unterschiedlicher Grösse verglichen werden. Es gilt:

$$\begin{aligned} \text{UP} &= \text{DIS} * \text{Siedlungsfläche} / \text{Grösse der Landschaft} \\ &= \text{TS} / \text{Grösse der Landschaft} \end{aligned}$$

Die Einheit von UP ist Durchsiedlungseinheiten pro km² (abgekürzt: DSE pro km²).

Starker Anstieg der urbanen Durchdringung

Die urbane Durchdringung hat in allen Kantonen und für die Schweiz insgesamt seit 1935 stark zugenommen. Die Zunahme war in den letzten 20 Jahren nochmals etwa halb so gross (54%) wie in der Zeit von 1960 bis 1980. Die höchsten Werte der urbanen Durchdringung haben heute die Kantone Basel-Stadt (53.13 DSE pro km²) und Genf (19.62). Es folgen Zürich (13.98 DSE pro km²), Basel-Landschaft (12.04), Aargau (11.26) und Solothurn (9.74). Die geringsten Werte weisen Uri (0.83), Graubünden (0.85) und Glarus (1.54) auf. Diese Zahlen zeigen, wie gross die Unterschiede sind und wie sich Gruppierungen von stark und weniger stark zersiedelten Gebieten bilden lassen. Überall aber nimmt die Zersiedelung weiter zu.

Auch die Streuung der Siedlungsflächen hat zugenommen

Die Streuung (deren Wert in UP einfließt) kann auf verschiedenen Massstäben ermittelt werden. Als Massstab (Cutoff-Radius) wurde 5 km gewählt. Dies entspricht der Reichweite der Sicht von Erholungssuchenden in der Landschaft. Je stärker geklumpt die Siedlungsflächen angeordnet sind, umso geringer

ist der durchschnittliche Aufwand, um von einem Punkt in der Siedlung zu einem anderen zufällig gewählten Siedlungspunkt zu gelangen und umso geringer ist der Wert von DIS (Jaeger et al., in Vorb.). Die Einheit von DIS ist Durchsiedlungseinheiten pro m^2 Siedlungsfläche.

Auch bei der Dispersion der Siedlungsflächen ist in den letzten 40 Jahren eine relevante Zunahme festzustellen, von 73.37 im Jahr 1960 auf 73.85 DSE pro m^2 Siedlungsfläche heute (Abb. 5). Zwischen 1935 und 1960 war sie nur um 0.03 DSE pro m^2 Siedlungsfläche angestiegen. Für die Interpretation der Werte ist zu bedenken, dass der Wert von DIS für eine rein zufällige Verteilung 78.96 DSE pro m^2 Siedlungsfläche beträgt. Die Streuung hat sich also weiter einer zufälligen Verteilung angenähert. Das Resultat zeigt, dass Neuerstellung von gestreuten Siedlungen gegenüber einer Verdichtung bestehender Siedlungen überwiegen hat. Nur in 10 Kantonen hat die Dispersion seit 1980 auch wieder etwas abgenommen.

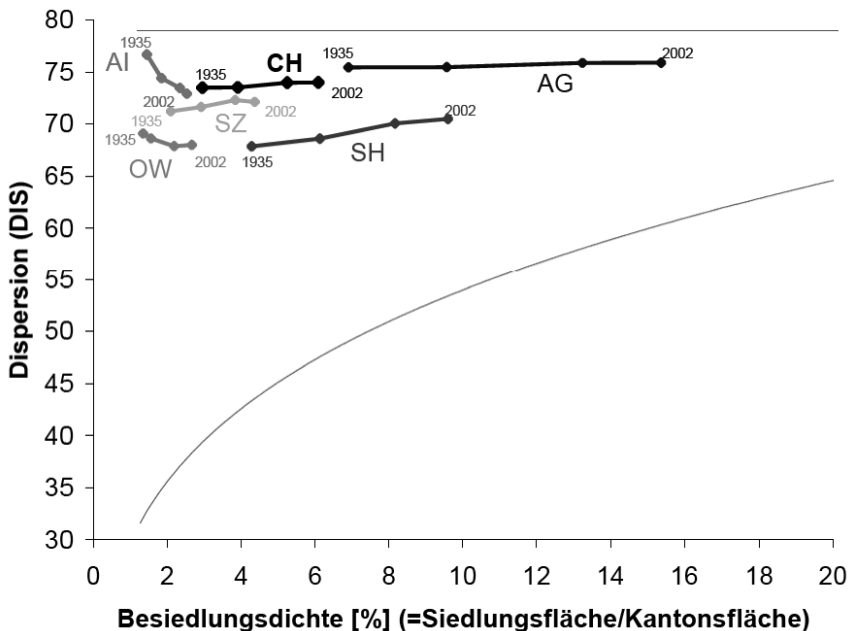


Abbildung 5: Entwicklung der Besiedlungsdichte und Streuung der Siedlungsflächen in der Schweiz und in fünf Kantonen (Aargau AG, Schaffhausen SH, Obwalden OW, Appenzell-Innerrhoden AI, Schwyz SZ) von 1935 bis 2002

(die mittleren Punkte bezeichnen die Werte für 1960 und 1980). Als Analysemasstab (Cutoff-Radius) wurde 5 km gewählt. Angabe der Dispersionswerte in DSE pro m² Siedlungsfläche. Die untere Kurve gibt die minimal mögliche Streuung bei vorgegebener Besiedlungsdichte an. Die obere Linie gibt den Wert für eine zufällige Verteilung der Siedlungsflächen an (=78.96 DSE pro m² Siedlungsfläche). Die urbane Durchdringung als Mass für den Grad der Zersiedelung ist das Produkt aus Dispersion und Besiedlungsdichte (siehe Text).

Gesamtdurchsiedlung und Bezug zur Einwohnerzahl

Die Gesamtdurchsiedlung ist das Produkt aus Streuung (DIS) und Siedlungsfläche:

$$TS = DIS * \text{Siedlungsfläche}$$

Sie gibt an, wie gross der Erwartungswert für den «Erreichungsaufwand» von einem zufällig ausgewählten Punkt innerhalb der Siedlungsfläche zu allen anderen Siedlungsflächen innerhalb des Cutoff-Radius (hier: 5 km) ist. Dieser Aufwand steigt mit zunehmender Siedlungsfläche und mit zunehmender Streuung der Siedlungsflächen. TS wird in DSE angegeben. Die Gesamtdurchsiedlung hat für alle Kantone seit 1935 stark zugenommen. Die Gesamtdurchsiedlung ist besonders gross für die grossen Kantone im Mittelland (Bern, Zürich, Aargau). Auch die Gesamtdurchsiedlung pro Einwohner für die Schweiz insgesamt hat zwischen 1960 und 1980 stark zugenommen und ist seither gleichbleibend hoch (Abb. 6). In manchen Kantonen hat sie seit 1980 weiter zugenommen (z.B. Jura und Schaffhausen), in anderen abgenommen (z.B. Aargau und Zug). Viele Kantone, die bei der urbanen Durchdringung der Landschaft relativ gut abschneiden (z.B. Wallis und Jura), weisen bei Bezug auf die Einwohnerzahl (anstatt auf die Kantonsgrösse) ein ungünstiges Verhältnis auf. Umgekehrt stehen viele Kantone, die bei der urbanen Durchdringung hohe Werte aufweisen (z.B. Basel-Stadt und Genf), im Vergleich mit der Einwohnerzahl günstiger da.

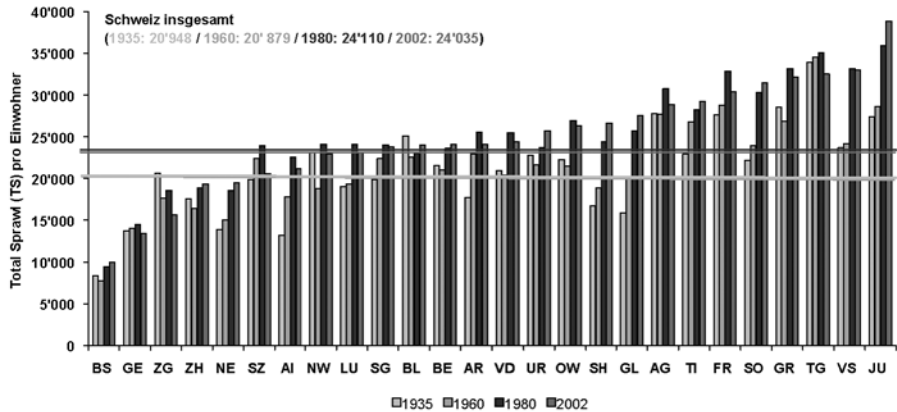


Abbildung 6: Entwicklung der Werte der Gesamtdurchsiedlung pro Einwohner seit 1935 in den 26 Kantonen der Schweiz, angegeben in Durchsiedlungseinheiten (DSE) pro Einwohner. Die durchgezogenen Linien deuten die Werte für die Schweiz insgesamt an (1935: 20 948 DSE/Ew., 1960: 20 879 DSE/Ew., 1980: 24 110 DSE/Ew., 2002: 24 035 DSE/Ew.). Als Analysemasstab wurde 5 km (Cutoff-Radius) gewählt.

Erste Massnahmenvorschläge: Stärkung der Raumplanung notwendig

Welche Massnahmen sind für eine Trendwende bei der Zerschneidung und Zersiedelung der Landschaft möglich und sinnvoll? Angesichts der nun vorliegenden Daten erscheint es schwer vorstellbar, dass eine Trendwende ohne ein deutlich stärkeres Instrumentarium der Raumplanung erreicht werden könnte. Ein grosses Hindernis besteht in der Skepsis gegenüber staatlichen Rahmenvorgaben: «Inzwischen scheint man sich an diese Transformation [der Landschaft] gewöhnt zu haben, hält sie wohl für unbeeinflussbar und unsteuerbar. Auf der Agenda der politischen Aufgaben stehen jedenfalls andere Problemfelder und Lösungsansätze; Landschaftsplanung als Inbegriff eines fragwürdigen staatlichen Dirigismus hat an Stellenwert verloren» (Boesch 2003).

Das Problembewusstsein in der Öffentlichkeit sollte daher sensibilisiert und gefördert werden. Nur dann lassen sich die nötigen Massnahmen zum Schutz der Landschaft vor Fehlentwicklungen auch wirksam und zeitgerecht umsetzen. Es sind klare gesetzliche Vorgaben zur Begrenzung der Zersiedelung als verlässliche Rahmenbedingung für alle Akteure

notwendig, um Rechtssicherheit zu schaffen und die kontraproduktive Konkurrenz zwischen den Gemeinden um Arbeitsplätze und Steuerzahler zu beenden und bessere Kooperationen für Nachhaltigkeit zu ermöglichen.

Verkehrswege, die durch den Neubau anderer Verkehrswege oder sich ändernder Bedürfnisse nicht mehr die gleiche Bedeutung haben wie früher, sollten rückgebaut werden. Der Rückbau ist insbesondere dort zu fördern, wo bestehende Verkehrswege im Bereich wichtiger Tierwanderungsrouten liegen (z.B. Amphibienwanderungen). Auf den Nationalstrassen ist zwar derzeit keine Verkehrsabnahme in Sicht, dies kann sich jedoch mit einer massiven Verteuerung fossiler Treibstoffe, mit dem zu erwartenden Bevölkerungsrückgang in der Schweiz und der Veränderung der Altersstruktur, mit Änderungen des Freizeitverhaltens und mit der Umsetzung von Massnahmen zur Verkehrsreduktion mittelfristig ändern.

Im Bereich der Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung sollte die effektive Maschendichte in Zukunft nicht weiter zunehmen. Wichtig ist vor allem bei den als beeinträchtigt oder unterbrochen beurteilten Wildtierkorridoren der Rückbau nicht mehr dringlich benötigter Verkehrswege oder die Untertunnelung dieser Wildtierkorridore. Die Siedlungsfläche sollte in diesen Bereichen ebenfalls nicht mehr zunehmen, z.B. durch die Festlegung von Siedlungstrenngürteln.

Ziel-/Sollwerte für den Bodenverbrauch (d.h. für die Siedlungs- und Verkehrsfläche) in der Schweiz formulierten bereits Stremlow et al. (2003): Gegenüber dem Referenzjahr 2000 soll der Bodenverbrauch nicht zunehmen. Bezüglich der bauten- und anlagefreien Flächen wird der folgende Zielwert für das Jahr 2020 angegeben: «Unzerschnittene Areale der Grösse 50 km² und grösser sind vollumfänglich zu erhalten (keine Strassen der Kat. I und II)» (Stremlow et al. 2003: 126).

Nicht nur der Schutz der verbliebenen grösseren unzerschnittenen Räume ist wichtig, sondern auch dort, wo die Landschaft schon stark fragmentiert ist, sollten weitere Belastungen vermieden werden. Das Umweltbundesamt von Deutschland hat deshalb einen Vorschlag für eine Begrenzung der Landschaftszerschneidung mit Hilfe der effektiven Maschenweite in die Diskussion gebracht (Tab. 1; Umweltbundesamt 2003, Penn-Bressel 2005). Aufgrund von Trend-schätzungen zur Landschaftszerschneidung in Deutschland hat

das Umweltbundesamt Handlungsziele zur Begrenzung der Fragmentierung bzw. der Zunahmegeschwindigkeit formuliert. Es sollen sowohl grosse unzerschnittene Räume erhalten und vergrößert werden, als auch in bereits stark fragmentierten Räumen eine Verlangsamung des Trends erreicht werden. Das Ziel für die stark fragmentierten Räume besteht darin, dass die effektive Maschenweite in Abhängigkeit von der jeweiligen Ausgangssituation bis ins Jahr 2015 maximal nur etwa halb so stark abnehmen soll, wie dies bei einer ungesteuerten Entwicklung zu erwarten wäre. Penn-Bressel (2005) greift diese Handlungsziele auf und modifiziert sie aufgrund neuerer Resultate wie folgt:

- «a) Die Anzahl und Gesamtfläche (Summe) der jeweils noch vorhandenen UZVR [Unzerschnittene verkehrsarme Räume] über 140, 120, 100, 80 und 60 Quadratkilometer soll nicht mehr abnehmen, sondern durch Entscheidungsmassnahmen bis zum Jahr 2015 auf 23 Prozent der Fläche des deutschen Bundesgebietes erhöht werden [von heute 20.6%].
- b) Die kleinteilige Landschaftszerschneidung soll durch zusätzliche Kriterien [von Tab. 1] begrenzt werden» (Penn-Bressel 2005: 132).

Ausgangssituation Ende 2002: effektive Maschenweite m_{eff}	Ziel bis 2015: Abnahme der effektiven Maschenweite m_{eff} um weniger als
< 10 km ²	1.9%
10 – 20 km ²	2.4%
20 – 35 km ²	2.8%
> 35 km ²	3.8%

Tabelle 1: Zur Diskussion gestelltes Handlungsziel zur Begrenzung der kleinteiligen Landschaftszerschneidung in Deutschland (aus Penn-Bressel 2005: 133). Bei diesem Ziel geht es um die Verlangsamung des Trends steigender Zerschneidung. Die maximale Grösse der Untersuchungsregionen soll dabei 7000 km² nicht überschreiten. (Für die Details zur Ableitung dieser Werte siehe Umweltbundesamt 2003 und Penn-Bressel 2005.)

Mit den neu entwickelten Messgrössen für die Zersiedelung können auch Zielvereinbarungen für den maximalen oder den anzustrebenden Zersiedelungsgrad – unter Berücksichtigung der Streuung der Siedlungsflächen – festgelegt werden.

Der zu erwartende Bevölkerungsrückgang in der Schweiz in den nächsten 30 Jahren ist ein wichtiges Argument dafür, dass der Bedarf nach Siedlungs- und Verkehrsflächen in absehbarer Zeit wieder sinken wird. Je mehr und je weiter verstreut die Siedlungen dann sein werden, umso schwieriger wird es, die Infrastrukturen zu ihrer Versorgung aufrechtzuerhalten. Eine sparsame, verdichtete Bauweise wird sich also nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch auszahlen.

Literaturangaben

- Bertiller, R., Schwick, C., Jaeger, J. (2007), *Landschaftszerschneidung Schweiz: Zerschneidungsanalyse 1885–2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung*. Bern: ASTRA-Bericht, im Druck.
- Boesch, M. (2003), «Planungssysteme und Rechtsvorschriften in der Schweiz», in: Barsch, H., Bork, H.-R., Söllner, R. (Hg.), *Landschaftsplanung – Umweltverträglichkeitsprüfung – Eingriffsregelung*. Gotha: Klett-Perthes, S. 59–73.
- Bundesamt für Statistik (BFS) & Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) (2006), *Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2006*, Bern: Schweizerische Eidgenossenschaft.
- 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.
- European Environment Agency (EEA) (2006), *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*, EEA Report No 10/2006, ISBN 92-9167-887-2, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Ewald, K.C. (1978), «Der Landschaftswandel: zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert», in: *Tätigkeitsberichte der naturforschenden Gesellschaft Baselland*, Bd. 30, S. 55–308 (= Berichte der Eidgen. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Nr. 191).
- Gagné, S.A., Fahrig, L. (2007), «Effect of landscape context on anuran communities in breeding ponds in the National Capital Region, Canada», in: *Landscape Ecology* 22(2), S. 205–215.
- Holzgang, O., Pfister, H.P., Heynen, D., Blant, M., Righetti, A., Berthoud, G., Marchesi, P., Maddalena, T., Müri,

- H., Wendelspiess, M., Dändliker, G., Mollet, P. & Bornhauser-Sieber, U. (2001), *Korridore für Wildtiere in der Schweiz – Grundlagen zur Überregionalen Vernetzung von Lebensräumen*, Bern: BUWAL, SGW und Vogelwarte Sempach, Schriftenreihe Umwelt Nr. 326.
- Holzgang, O., Righetti, A. & Pfister, H.-P. (2005), «Schweizer Wildtierkorridore auf dem Papier, in den Köpfen und in der Landschaft», in: *GALA* 14(2), S. 148–151.
- Jaeger, J.A.G. (2000), «Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation», in: *Landscape Ecology* 15(2), S. 115–130.
- Jaeger, J., Holderegger, R. (2005), «Schwellenwerte der Landschaftszerschneidung», in *GALA* 14(2), S. 113–118.
- Jaeger, J., Bertiller, R. (2006), «Aufgaben und Grenzen von Messgrößen für die Landschaftsstruktur: das Beispiel Zersiedelung», in: K. M. Tanner, M. Bürgi, T. Coch (Hrsg.), *Landschaftsqualitäten*. Bern/Stuttgart/Wien: Haupt-Verlag, S. 159–184.
- Jaeger, J., Bertiller, R., Schwick, C., Kienast, F. (2007), «Weiterhin steigende Zersiedelung der Schweiz: Wie lässt sich eine Trendwende erreichen?», *Geomatik Schweiz* 105(3), 114–117.
- Jaeger, J.A.G., Bertiller, R., Cavens, D., Schwick, C., Trachler, B., Kienast, F.: *Degree of urban permeation of the landscape: a new measure of urban sprawl*. In Vorbereitung.
- Penn-Bressel, G. (2005), «Begrenzung der Landschaftszerschneidung bei der Planung von Verkehrswegen», in: *GALA* 14(2), S. 130–134.
- Stremlow, M., Iselin, G., Kienast, F., Kläy, P. & Maibach, M. (2003), *Landschaft 2020 – Analysen und Trends. Grundlage zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft*, Schriftenreihe Umwelt Nr. 352, Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Umweltbundesamt (Hrsg., 2003), *Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr*. Materialienband, Berlin: UBA-Texte 90/03.
- Weiss, H. (1981), *Die friedliche Zerstörung der Landschaft und Ansätze zu ihrer Rettung in der Schweiz*, Zürich: Orell Füssli.

Anhang/Annexe

Zu den Autorinnen und Autoren

Les auteurs

René Bertiller, Dipl. Forsting. ETH Zürich

René Bertiller studierte an der ETH Zürich Forstwissenschaften mit Vertiefungsrichtung Natur- und Landschaftsschutz. In den Jahren 2003 bis 2005 arbeitete er in einem Teilpensum an der Professur für Natur- und Landschaftsschutz der ETH und baute parallel ein eigenes Büro für Wald, Natur und Landschaft in Zürich auf. Heute beschäftigt er sich hauptsächlich mit Fragen zum Naturschutz im Wald, mit Vegetationsaufnahmen und mit forstlichen Planungen. Daneben arbeitet er am Projekt «Landschaftszersiedelung in der Schweiz: Quantitative Analyse 1940–2002 und Folgerungen für die Raumplanung» des NFP 54 mit.

Jérôme Chenal, EPF Lausanne

Jérôme Chenal est architecte et urbaniste. Il travaille au Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR) de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Ses recherches questionnent les relations entre les transformations spatiales et mutations sociales, entre architecture et modes de vie, entre planification urbaine et pratiques de la rue. Ses recherches se font en Suisse mais également dans les grandes métropoles d'Afrique où il développe de nouveaux outils méthodologiques pour la recherche urbaine et notamment par le biais de la photographie.

Dr. Jochen Jaeger, ETH Zürich

Dr. sc. nat. Jochen Jaeger studierte Physik in Kiel und Zürich und promovierte an der ETH Zürich im Fach Umweltnaturwissenschaften. Er war Mitarbeiter an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart, und hatte Lehraufträge an der Universität Stuttgart. Nach einem

zweijährigen Forschungsaufenthalt in Kanada an der Carleton University in Ottawa, Ontario, als Stipendiat der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina kehrte er 2003 zurück an die ETH Zürich an das Departement für Umweltwissenschaften. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Landschaftsökologie, Strassenökologie, Umweltindikatoren, Modellierung, Landschaftszerschneidung und -zersiedelung und transdisziplinäre Forschungskonzepte. Derzeit führt er im Rahmen des NFP 54 ein Projekt über den Grad der Landschaftszersiedelung in der Schweiz durch.

Prof. Dr. Vincent Kaufmann, EPF Lausanne

Né à Genève en 1969. En 1992, licencié en sociologie de l'Université de Genève. En 1998, doctorat ès sciences de l'EPFL. De 1991 à ce jour, l'intéressé a occupé successivement des fonctions de collaborateur scientifique, de chercheur invité et de professeur associé dans diverses institutions comme l'Université de Genève, l'Université de Lausanne, l'EPFL, l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (Arcueil, France), l'École des Ponts et Chaussées de Paris, l'Université de Cergy-Pontoise à Paris et l'Université de Lancaster en Grande-Bretagne.

Depuis 2003, il est professeur à l'EPFZ et directeur du Laboratoire de sociologie urbaine de cette haute école.

Prof. Dr. Peter Knoepfel, IDHEAP, Universität Lausanne

Geboren 1949. Seit 1982 ordentlicher Professor für Politikanalyse und Nachhaltigkeit am Hochschulinstitut für öffentliche Verwaltung (IDHEAP, Lausanne). (Früher: Projektleiter am Wissenschaftszentrum Berlin, Lehrbeauftragter an der Freien Universität Berlin, Gastprofessor an der Universität Kassel), Lehrbeauftragter an mehreren schweizerischen und ausländischen Hochschulen. Autor zahlreicher Bücher und wissenschaftlicher Artikel über theoretische und praktische Fragestellungen zur Politikanalyse – besonders im Bereich der Umwelt- und Kulturpolitiken sowie der Politiken nachhaltiger Ressourcenregime. Früherer Direktor des IDHEAP (1994–2002). Mitglied

zahlreicher wissenschaftlicher Organisationen und Experte in Verwaltungsreorganisation. Gastprofessor an der Universität Aut3noma de Barcelona (März–September 2003).

Prof. Dr. Urs M3ller, BAK Basel Economics

Urs M3ller wurde 1957 in Basel geboren. Das Studium der Wirtschaftswissenschaften an der Universit3t Basel schloss er 1980 mit dem Lizentiat ab. Danach war er Assistent am Institut f3r angewandte Wirtschaftsforschung an der Universit3t Basel, wo er 1984 mit einer Arbeit 3ber den Basler Wohnungsmarkt zum Dr. rer. pol. promovierte. Nach einem Forschungsaufenthalt als Visiting Scholar an der Harvard University (Cambridge Massachusetts) war er Oberassistent am Institut f3r Statistik und 3konometrie der Universit3t Basel und habilitierte 1993 mit einer Arbeit 3ber Kreditrationierung im Fach National3konomie. Von 1989 bis 1996 leitete er die Inlandsabteilung der BAK Konjunkturforschung Basel AG. 1996 wechselte er zur 3ffentlichen Hand und amtete bis 2005 als Chef der Finanzverwaltung des Kantons Basel-Stadt. Seither ist er stellvertretender Direktor von BAK Basel Economics, dem unabh3ngigen, politikrelevanten Wirtschaftsforschungsinstitut der Schweiz.

1998 wurde Urs M3ller zum Titularprofessor f3r National3konomie an der Universit3t Basel ernannt, wo er als Dozent 3ffentliche Finanzen liest.

Prof. Dr. Peter Rieder, ETH Z3rich

Peter Rieder ist seit 1980 ordentlicher Professor f3r Agrarwirtschaft der ETH Z3rich. Seine Spezialgebiete sind volkswirtschaftliche Aspekte des Agrarsektors, nationale und internationale Agrarpolitik und -m3rkte und Welternahrungsfragen. 1993 bis 1997 leitete er das Zentrum f3r Internationale Landwirtschaft an der ETH, und seit 1997 leitet er das Polyprojekt Prim3rproduktion im Alpenraum. W3hrend acht Jahren war er Pr3sident der Planungskommission der ETH Z3rich.

Er stammt aus Vals/GR, wo er 1940 geboren wurde. Nach der Matura studierte er Agrarwissenschaften an der ETHZ.

Es folgten drei Jahre am Wirtschaftswissenschaftlichen Institut der Uni Zürich sowie weitere drei Jahre in der Operations Research Abteilung der FIDES Treuhandvereinigung in Zürich. Anschliessend war er während zehn Jahren Oberassistent bzw. Wissenschaftlicher Adjunkt an der ETHZ, unterbrochen durch ein Jahr (1973/74) als Visiting Professor an der Michigan State University in East Lansing, Michigan. 1968 wurde die Dissertation und 1973 die Habilitation beendet.

Ergänzende Studien in Ökonomie und Operations Research ermöglichten ihm eine mathematisch/ökonomische Vertiefung in agrarökonomischen Fragestellungen. Für Evaluationen i.A. der Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und für Doktorandenbetreuungen reiste er in viele Entwicklungsländer (Peru, Sri Lanka, Rwanda, Elfenbeinküste, Honduras, China, Bhutan u.a.m.). Mit seinen Mitarbeitern war er zunehmend auch als Gutachter für schweizerische Bundesämter tätig, namentlich in der Vorbereitung der Abschlussverhandlungen der Uruguayrunde des GATT, zur europäischen Integration, aber auch für Kantone, Organisationen und die Privatwirtschaft.

Prof. Dr. Pierre-Alain Rumley, directeur de l'Office fédéral du développement territorial

Pierre-Alain Rumley, né en 1950, étudie la géographie à l'Université de Neuchâtel, fait un diplôme postgrade à l'Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) et y soutient sa thèse en 1984. De 1980 à 1984, il est secrétaire de l'Association Région Val-de-Travers. De 1985 à 1997, il est chef du Service de l'aménagement du territoire du canton de Neuchâtel.

De 1997 à 2000, il enseigne en qualité de professeur d'aménagement du territoire à l'Ecole polytechnique de Lausanne (EPFL) et en 1999–2000 en qualité de professeur invité à l'EPFZ.

Pierre-Alain Rumley, élu directeur de l'Office fédéral du développement territorial (ODT) par le Conseil fédéral, est entré en fonction le 1^{er} juillet 2000.

Prof. Dr. Martin Schuler, EPF Lausanne

Martin Schuler, né en 1946, a passé son enfance dans le Canton de Schaffhouse. Après des études en géographie à l'Université de Zurich et un séjour en Islande, il a travaillé pendant huit ans dans un bureau de planification à Zurich sur des questions de développement régional, de perspectives démographiques et de migrations. Depuis 1981, il travaille comme chercheur et enseignant à l'EPFL, actuellement en tant que professeur titulaire au Laboratoire Chôros. Il a soutenu, chez Michel Bassand, une thèse sur des concepts de régionalisation et de définitions urbaines. Ses domaines de recherches sont le développement territorial, la statistique territoriale, les analyses spatiales (plusieurs projets d'atlas), les différentes formes de mobilité ainsi que des travaux conceptuels et appliqués. Parmi les expertises internationales figurait des travaux pour des recensements de population, notamment au Kirghizistan.

Christian Schwick, Dipl. Geogr., Zürich

Christian Schwick studierte Geographie an der Universität Bern. 2005 gründete er gemeinsam mit Florian Spichtig das Büro «Die Geographen Schwick & Spichtig» in Zürich und Kerns, das in den Gebieten Naturgefahrenbeurteilung, GIS, GPS, Kartierung, Raumanalysen und Hydrologie tätig ist. Er hat im April 2007 das Buch «Die Wasserfälle der Schweiz» im AT-Verlag Baden veröffentlicht. Seit 2005 arbeitet er im Rahmen des NFP 54 an einem Projekt über den Grad der Landschaftszersiedelung in der Schweiz.

Wohnen in der Metropole Schweiz

Lässt sich Urbanisierung planen?

Habiter la métropole Suisse

L'urbanisation est-elle planifiable?

Herbsttagung der Schweizerischen Akademie der Geistes-
und Sozialwissenschaften

Bern, 10. November 2006

Colloque d'automne de l'Académie suisse
des sciences humaines et sociales

Berne, 10 novembre 2006

Cette publication a été réalisée avec l'aide de:
Diese Publikation entstand unter Mithilfe von:

Nadja Birbaumer
Gabriela Indermühle
Delphine Quadri

© 2007 Schweizerische Akademie der Geistes- und
Sozialwissenschaften, Hirschengraben 11
Postfach 8160, 3001 Bern
Tel. 031 313 14 40, Fax 031 313 14 50
sagw@sagw.ch
<http://www.sagw.ch>

ISBN 978-3-907835-56-2

Inhaltsverzeichnis

Table des matières

Vorwort/Avant-propos	5
Dimension I, Stadt und Land Dimension I, ville et campagne	
La Suisse métropolisée à l'épreuve des Alpes <i>Jérôme Chenal, Vincent Kaufmann</i>	9
Eine wirtschaftliche Sichtweise auf Veränderungen im ländlichen Raum <i>Peter Rieder</i>	19
Dimension II, Verkehr und Raumentwicklung Dimension II, circulation et développement du territoire	
Urbanität und Metropolität in der Synthese des Atlas des räumlichen Wandels <i>Martin Schuler</i>	33
Dimension III, Nachhaltigkeit und Ästhetik Dimension III, développement durable et esthétique	
Institutionelle Regime für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen in der Agglomeration <i>Peter Knoepfel</i>	45
Dimension IV, Instrumente und Umsetzung Dimension IV, outils et mise en œuvre	
Faut-il de nouveaux instruments dans l'aménagement du territoire en Suisse? <i>Pierre-Alain Rumley</i>	57

metrobasel: Vision 2020 61
Urs Müller

Fortschreitende Zerschneidung
und Zersiedelung der Landschaften
in der Schweiz – unaufhaltsam? 73
Jochen Jaeger, René Bertiller, Christian Schwick

Anhang/Annexe

Zu den Autorinnen und Autoren
Les auteurs 91

Zu den Organisatoren der Tagung
Les organisateurs du colloque 97