

Umwelt

Was beeinflusst die Flächenversiegelung?

Stefan Mann, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen
Auskünfte: Stefan Mann, E-Mail: stefan.mann@art.admin.ch, Tel. +41 52 368 31 31

Zusammenfassung

Über 400 Quadratmeter pro Person dienen heute im Durchschnitt als Siedlungs- und Verkehrsfläche. Diese Flächen wurden bis anhin und werden auch weiterhin fast ausschliesslich der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Bestimmungsgründen für die Versiegelung von Flächen und vergleicht unterschiedliche Schutzkategorien. Dabei wird deutlich, dass der Bund zwar über sehr wirkungsvolle Instrumente zum Schutz des Waldes verfügt, nicht aber zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen.

Oft hört man den Warnruf, viel landwirtschaftliche Fläche würde aufgegeben und verwalde. Das auf diese Art verlorengehende Agrarland ist jedoch mengenmässig weit weniger bedeutsam als der Verlust landwirtschaftlicher Fläche durch Überbauung. Drei von vier Quadratmetern, die wir an landwirtschaftlicher Nutzfläche verlieren, verlieren wir nicht an die Wildnis, sondern an den Bau von Strassen und Häusern. Jede Sekunde wird in der Schweiz ein Quadratmeter landwirtschaftliche Fläche versiegelt (Kasperowski, 1986; BFS 2007). Im Gegensatz zur Verbuschung landwirtschaftlicher Flächen ist die Bebauung ein fast irreversibler Prozess.

Versiegelung: pro Person oder absolut?

Auch wenn wir mit 400 m² Siedlungs- und Verkehrsfläche pro Einwohner heute sparsamer mit dem Boden wirtschaften als unsere Nachbarländer, so ist es doch erklärtes Ziel des Schweizerischen Bundesrats (2002) und von Experten (Keiner und Schultz 2007), diesen Wert konstant zu halten. Bisherige Studien zu den Bestimmungsgründen der Bo-

denversiegelung (Alt *et al.* 2003; Levia 1999; Deilmann 2004; Mei *et al.* 2005) haben sich erstens meist auf urbane Regionen konzentriert und sich zweitens meist an der absoluten Versiegelung von Fläche orientiert. Das pro Einwohner formulierte nationale Ziel bedingt jedoch, dass man sich mit den unterschiedlichen Entwicklungen dieser Kennzahl beschäftigt.

In vorliegendem Beitrag werden die Bestimmungsgründe für den unterschiedlichen Grad an Bodenversiegelung mit besonderem Blick auf die verschiedenen Schutzbestimmungen für unterschiedliche Nutzungsarten von Fläche untersucht. Im folgenden Abschnitt werden zunächst Hypothesen zur Varianz im Flächenverbrauch aufgestellt. Dann wird die Methodik zur Überprüfung dieser Hypothesen erläutert. Der Darstellung der Ergebnisse folgt schliesslich noch ein Überblick zur Abstufung des Flächenschutzes in der Gesetzgebung.

Soziale und naturräumliche Einflussfaktoren

Da die Überbauung, wie eingangs erwähnt, vor allem auf

Landwirtschaftsflächen stattfindet, kann als erste Hypothese geäussert werden, dass in Zukunft in Gemeinden mit einem hohen Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche mehr Fläche versiegelt werden wird als in Gemeinden, in denen der gut geschützte Wald dominiert. Eine weitere Hypothese ist dem Charakter des Indikators «Flächenverbrauch/Einwohner» zuzuschreiben: Natürlich tragen nicht nur Einwohner, sondern auch Feriengäste zu einem erhöhten Flächenverbrauch bei. Insofern steht der Anteil Ferienwohnungen am Gesamtwohnungsbestand als ein Indikator für die Anwesenheit von Personen ohne Einwohnerstatus. Die Hypothese liegt also nahe, dass Gemeinden mit einem hohen Anteil an Ferienwohnungen eine höhere Flächenversiegelung pro Einwohner haben.

In urbanen Räumen ist Fläche objektiv ein knapperes Gut als auf dem Lande. Allgemein geht man mit knappen Gütern stets sparsamer um als mit Gütern, die reichlich vorhanden sind. Daraus leitet sich die dritte Hypothese ab, wonach die Flächenversiegelung pro Einwohner negativ mit der Urbanität der Gemeinde korreliert ist. Dabei sollen drei Variablen als Indikator für den Urbanisierungsgrad dienen. Die Höhe der Bevölkerungszahl allein reicht nicht aus, da grosse ländliche Gemeinden ebenso eine hohe Anzahl an Personen haben können wie kleine, städtische Vorortgemeinden eine tiefe. Daher wurde zweitens noch der Anteil der Singlehaushalte an

der Gesamtzahl der Wohnungen als Variable für Urbanität (Haase 2005) beigezogen. Ferner wurde die Einordnung der Gemeinde durch das Bundesamt für Raumentwicklung als Grosszentrum als dritte Variable verwendet.

Nicht nur Menschen, sondern auch ihre Verkehrsmittel benötigen Platz. Dies trifft insbesondere auf den motorisierten Individualverkehr zu (Wiggering und Dalchow 2002). Daher wird weiter die vierte Hypothese aufgestellt, dass auch eine erhöhte Anzahl an Autos pro Einwohner zu einer erhöhten Versiegelung pro Einwohner führt.

Arealstatistik als Datengrundlage

Eine Gemeindedatenbank, welche die ETH Zürich auf der Grundlage öffentlicher Statistiken zusammengestellt hatte, erlaubt eine quantitative Untersuchung zu den Einflussfaktoren

der Versiegelung. Um dabei Aussagen machen zu können, die für die gesamte Schweiz repräsentativ sind, wurde auf die Nutzung neuer arealstatistischer Daten, die bislang nur für die Westschweiz verfügbar sind, verzichtet und stattdessen mit den Daten der Arealstatistik 1992-1997 gearbeitet. Folglich wurde korrespondierend auch mit demographischen Daten der gleichen Periode gearbeitet.

Bei der Wahl eines Indikators für die Versiegelung von Flächen wurden statt einer Kennziffer mehrere Variablen verwendet, um ein differenzierteres Bild von den Ursachen des Flächenverbrauchs zu erlangen:

■ Die Wohngebäudefläche beschreibt die Fläche, die für Wohnzwecke tatsächlich versiegelt wurde. Hier liegt der Mittelwert der Gemeinden bei 101 Quadratmeter pro Einwohner.

■ Demgegenüber umfasst die Siedlungsfläche auch Flächen wie Gärten und Parks, wie auch öffentliche Gebäude, Industriegebäude und Landwirtschaftsgebäude.

■ Die Verkehrsfläche umfasst vor allem Strassen, aber auch Parkplätze, Bahnanlagen, Flugplätze etc.

■ Die versiegelte Fläche insgesamt ergibt sich aus der Summe von Siedlungs- und Verkehrsfläche. Aufgrund des Einbezugs von Parks und Gärten ist der Begriff der versiegelten Fläche nicht hundertprozentig exakt.

■ Sowohl die hier aufgelisteten abhängigen als auch die unabhängigen Variablen wurden in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Mehrzahl der unabhängigen Variablen ergibt sich aus den im vorigen Abschnitt eingeführten Hypothesen. Ferner wurde die

Tab. 1. Variable zum Flächenverbrauch

Variable	Scale	Mittelwert	Minimum	Maximum
GEB	Wohngebäudefläche (m ²) pro Einwohner	101	0	1'785
SIED	Siedlungsfläche (m ²) pro Einwohner	361	0	5'357
VERK	Verkehrsfläche (m ²) pro Einwohner	116	0	5'000
SIEGEL	Versiegelte Fläche (m ²) pro Einwohner	477	71	8'375
LN	Anteil Landwirtschaftliche Nutzung an Gemeindefläche	0,41	0	0,94
Wald	Anteil Wald an Gemeindefläche	0,34	0	0,96
Fewo	Anteil Ferienwohnungen an Gesamtzahl Wohnungen	0,17	0	0,95
Deutsch	Deutschschweizer Gemeinden = 1; sonstige Gemeinden = 0	0,58	0	1
ital	Italienischschweizer Gemeinden = 1; sonstige Gemeinden = 0	0,08	0	1
Höhe	Höhenlage der Gemeinde (m ü. M.)	633	200	1'947
Grossz	Grosszentrum = 1; andere Gemeinden = 0	0,001	0	1
Bevölk	Einwohnerzahl	4'938	26	336'882
Single	Anteil Singlehaushalte an Gesamtzahl Wohnungen	0,24	0	0,59
Auto	Autos pro Einwohner	0,77	0,002	2,92
Jung	Anteil bis 20-jähriger Personen an Bevölkerung	0,23	0,01	0,60
Alt	Anteil ab 65-jähriger Personen an Bevölkerung	0,13	0,02	0,86

Höhenlage der Gemeinde aufgenommen, um tal-beziehungsweise berggebietspezifische Problemlagen erkennen zu können. Und zur Differenzierung zwischen den Landesteilen wurde die Zugehörigkeit der Gemeinden zur Deutschschweiz und zur italienischsprachigen Schweiz jeweils durch eine Scheinvariable kenntlich gemacht. Das bedeutet, dass der Westschweizer Landesteil als Referenz verwendet wurde.

Die Sichtung der vorhandenen Daten enthüllt bereits eine grosse Spannweite, die Anlass für weitere Untersuchungen gibt. Die weitaus sparsamste Gemeinde bezüglich Flächenversiegelung ist Genf, in dem jedem Einwohner lediglich 71 Quadratmeter versiegelte Fläche zur Verfügung stehen. In der grössten Stadt der Schweiz, Zürich, ist es mit bereits 137 m² fast die doppelte Fläche. Doch in den beiden Tessiner Gemeinden Fusio und Bedretto ste-

hen einem Einwohner über 8'000 versiegelte Quadratmeter gegenüber. Allerdings ist anzumerken, dass der Anteil an Ferienwohnungen in diesen Gemeinden bei über 80 Prozent liegt, ein erster Indikator für die Bedeutung dieser Variablen. Mittels der Methode der kleinsten Quadrate wurden die beschriebenen vier abhängigen Variablen erklärt, um ein systematischeres Bild vom Einfluss der einzelnen Variablen zu erhalten.

Ackerflächen sind weniger geschützt als der Wald

Tabelle 2 erlaubt Einblicke in etwa einen Drittel der Bestimmungsfaktoren für die Flächenversiegelung, wie die Bestimmtheitskoeffizienten zeigen. Aus landwirtschaftlicher Perspektive ist natürlich der Einfluss der Flächenverteilung von besonderem Interesse. Tatsächlich bewirkt ein hoher Anteil an landwirtschaftlicher Fläche eine Ausdehnung des Siedlungsgebietes, insbeson-

dere der Wohngebäudeflächen. Acker- und Grünlandflächen stellen offensichtlich nachgerade eine Einladung dar, Einfamilienhäuser und ähnliches zu bauen. Ganz anders dagegen der Einfluss des Waldes: Er verhindert Versiegelung, aber nur im Verkehrsbereich. Offensichtlich müssen manche Strassenbauprojekte aufgegeben werden, da dafür Waldrodungen notwendig wären.

Wie bereits begründet, spielt der Anteil an Ferienwohnungen eine grosse Rolle für die versiegelte Fläche pro Einwohner. Abgesehen davon, dass dies aus statistischer Sicht fast eine Selbstverständlichkeit ist, bestätigt es, dass das Bedürfnis nach einer Zweitwohnung den Flächenverbrauch massiv anheizt. Dabei geht es keineswegs nur um die für die Zweitwohnung notwendige Wohnfläche, sondern auch um die notwendige Verkehrsfläche, um zwischen den beiden Wohnorten zu pendeln.



Abb. 1. Wenige Häuser, viele Einwohner: 71m² versiegelte Fläche pro Person in Genf. (Foto: Alain Grandchamps, Fotodokumentation Genf)

Tab. 2. Ergebnisse der Regressionsanalyse

	GEB	SIED	VERK	SIEGEL
LN	71,98 (7,33)***	128,59 (4,21)***	-58,77 (-1,64)	69,82 (1,21)
Wald	8,71 (0,80)	4,51 (0,13)	-153,16 (-3,86)***	-148,66 (-2,32)*
Fewo	172,57 (13,20)***	583,46 (14,36)***	214,61 (4,51)***	798,08 (10,41)***
Deutsch	6,47 (2,03)*	-50,91 (-5,13)***	-8,27 (-0,71)	-59,17 (-3,16)***
ital	19,50 (2,77)**	-3,20 (-0,15)	-2,32 (-0,09)	-5,51 (-0,13)
Höhe	0,05 (6,63)***	0,06 (2,35)*	0,37 (12,42)***	0,42 (8,96)***
Grossz	167,81 (2,80)**	673,66 (3,62)***	833,33 (3,82)***	1506,99 (4,29)***
Bevölk	-0,001 (-3,81)***	-0,005 (-5,46)***	-0,01 (-5,24)***	-0,01 (-6,14)***
Single	-80,81 (-2,92)**	-473,71 (-5,51)***	-510,94 (-5,08)***	-984,64 (-6,07)***
Auto	7,18 (1,02)	62,07 (2,84)**	112,39 (4,39)***	174,46 (4,23)***
Jung	31,1 (0,89)	-218,30 (-2,00)*	-271,48 (-2,13)*	-489,78 (-2,38)*
Alt	502,50 (16,50)***	1360,26 (14,37)***	1338,74 (12,07)***	2699,00 (15,11)***
Konstante	-58,43 (-3,65)***	49,78 (4,21)***	39,20 (0,67)	249,08 (2,65)**
R ²	0,34	0,33	0,30	0,36

t-Werte in Klammer, *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Die drei Variablen «Deutsch», «ital» und «Höhe» geben uns Aufschluss über die regionale Verteilung der Versiegelung in der Schweiz. Die Romandie und das Tessin unterscheiden sich lediglich dahingehend, dass die Wohngebäudefläche pro Person im Tessin recht grosszügig bemessen ist. In der Deutschschweiz hingegen steht etwas mehr Wohngebäudefläche zur Verfügung als in der Westschweiz, dafür ist man bei der übrigen Siedlungsfläche deutlich sparsamer. Statistisch stärker ist der Effekt der Höhenlage: Zwar benötigt man im Berggebiet auch etwas mehr Siedlungsfläche als im Talgebiet, doch eklatant ist vor allem der Effekt der Höhenlage auf die Verkehrsfläche. Offensichtlich teilen sich im Berggebiet relativ wenige Einwohner viele Strassen. Vielleicht ist dies auch ein Indiz dafür, dass wir im Berggebiet keine Fruchtfolgeflächen und daher einen noch unvollständigeren Schutz der landwirtschaftlichen Fläche vor Überbauung haben. Ein weiterer Begründungsansatz könnten die langen Anfahrtswege in den Alpen sein.

Drei weitere Variablen («Grossz», «Bevölk» und «Single») erlauben einen Blick auf den Einfluss urbaner Strukturen in Bezug auf den Flächenverbrauch. Zunächst erstaunt wenig, dass ein Grosszentrum mehr Raum pro Einwohner benötigt als übrige Gemeinden, da sowohl im Infrastrukturbereich (Geschäfte, Arztpraxen etc.) als auch im Verkehrsbereich Funktionen für die Bewohner umliegender Gemeinden mit übernommen wer-

den. Umgekehrt jedoch sinkt der Flächenverbrauch pro Person mit zunehmender Grösse der Gemeinde. In Städten geht man sparsamer mit dem Faktor Boden um als auf dem Dorf. Auch wenn man denken könnte, dass Singlewohnungen mehr Platz pro Person verschlingen, ist der Anteil an Singlewohnungen doch durchgehend negativ mit dem Flächenverbrauch korreliert – ein weiterer Indikator dafür, dass der Boden in Städ-



Abb. 2. Viele Häuser, wenig Einwohner: 8000 m² versiegelte Fläche pro Person in Fusio. (Foto: Alain Grandchamps, Fotodokumentation Genf)



Abb.3. Ein Auto verbraucht 174 Quadratmeter Fläche. (Foto: Elvira Zingg, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

ten (mit ihrem hohen Anteil an Singlehaushalten) ein knappes Gut ist, mit dem sparsam umgegangen wird.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der Analyse ist, dass ein Auto 174 m² Boden beansprucht. Nabeliegenderweise ist davon die Mehrheit zusätzlich beanspruchte Verkehrsfläche. Doch durch Zufahrten, Autoabstellplätze und Garagen schlägt jedes Auto auch mit 62 m² zusätzlicher Siedlungsfläche zu Buche.

Nicht zuletzt spielt auch die Demographie eine Rolle für den Flächenverbrauch. Junge Menschen benötigen offenbar etwas weniger Fläche als der Durchschnitt, alte Menschen aber deutlich mehr. Mit jedem Prozent, das über Sechzigjährige mehr an der Gemeindebevölkerung ausmachen, steigt der Flächenverbrauch pro Person um 27 m².

Flächenschutz in der Gesetzgebung

Kehren wir zurück zu den unterschiedlichen Effekten, die ein ho-

her Waldanteil und ein hoher Anteil landwirtschaftlicher Flächen auf den Flächenverbrauch haben, so lohnt sich ein Blick in die Gesetzgebung. Diese liest sich im Fall des Waldes sehr kompromisslos. So heisst es in Artikel 5, Absatz 1 recht deutlich: «Rodungen sind verboten.» Dies entspräche etwa einem grundsätzlichen Bauverbot auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Erteilung einer Ausnahmegewilligung für die Rodung ist nur dann möglich, wenn das Bauwerk, für das gerodet wird, auf den vorgesehenen Standort angewiesen ist.

Demgegenüber bestehen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen meist recht wenig Hindernisse für die Ausweisung von Bauland in den Gemeinden und dessen nachfolgende Versiegelung beziehungsweise die Versiegelung mit landwirtschaftlicher Gebäudesubstanz ausserhalb der Bauzone. «Das einzig griffige Instrument zum Schutze besten Kulturlandes» (Lüscher 2003; S.3) sind die Fruchtfolgeflächen. Für die

Versiegelung von bis zu drei Hektaren Fläche ist die Zustimmung des Kantons erforderlich, für die Versiegelung grösserer Fruchtfolgeflächen diejenige des Bundesamtes für Raumentwicklung. Diese Zustimmung kann auf der Grundlage der Abwägung zwischen Bodenschutz und dem Nutzen der Überbauung ausgesprochen werden. Doch «die Evaluation des bisherigen Vollzugs des Sachplans hat gezeigt, dass die Interessenabwägung bei Vorhaben von nationalem Interesse in den letzten zehn Jahren praktisch immer zuungunsten der Fruchtfolgeflächen ausgefallen ist.» (Bundesamt für Raumentwicklung, 2006; S.8) Hier verschärft sich die Frage, wie weit man bei den Kompromissen des Ersatzes von Fruchtfolgeflächen mit der Bodenqualität gehen möchte. Je höhere Anforderungen an die Qualität der ersetzten Fruchtfolgeflächen gestellt werden, desto mehr Kantone werden bald an ihre Grenzen stossen, wenn überbaute Fruchtfolgeflächen durch andere Flächen ersetzt werden sollen.

Allerdings haben die letzten Jahrzehnte gezeigt, dass landwirtschaftliche Flächen auch durch kantonale Rechtsvorschriften, meist im Kontext der Naturschutzgesetzgebung, geschützt werden können. Nur so ist zu erklären, dass an weiten Teilen des Genfer oder auch des Pfäferiker Sees keine Überbauung mehr zugelassen wurde. Seit 1987 sind ferner Moorlandschaften durch Artikel 78 Absatz 5 der Bundesverfassung nationalen Schutzvorschriften unterstellt. Das zeigt, dass bei hinreichendem politischen Willen auch landwirtschaftlich genutzte Flächen vor Versiegelung geschützt werden können.

Landwirtschaftliche Flächen besser schützen

Bodenversiegelung ist nicht a priori etwas schlechtes. Neue

Gebäude und auch neue Verkehrswege haben durchaus das Potenzial, die Lebensqualität zu erhöhen. Dennoch muss umgekehrt die Einbusse an Lebensqualität durch einen wuchernden Siedlungsbrei immer stärker gewichtet werden, je geringer die noch offene Fläche wird. Immer dringender scheint zu werden, dabei auch den Bund als steuernde Ebene für Umnutzungen landwirtschaftlicher Flächen einzubeziehen. Daher ist es sinnvoll, die Bestimmungsfaktoren der Bodenversiegelung zu verstehen und so Instrumente zu ihrer Eindämmung auf Bundesebene zu identifizieren.

Weder aus Gründen des Landschaftsschutzes, noch unter dem Aspekt der Biodiversität und schon gar nicht mit dem Gedanken der Versorgungssicherheit kann verstanden werden, weshalb der Bund heute so viel für den Schutz des Waldes, aber so wenig für den Schutz landwirtschaftlicher Flächen tut. Es bleibt zu hoffen, dass diese Strategie bei der anstehenden Revision des Raumplanungsgesetzes neu überdacht wird.

Literatur

- Arlt G., Gössel J., Heber B., Hennersdorf J., Lehmann I. & Thinh N.X., 2003. Auswirkungen städtischer Nutzungsstrukturen auf Bodenversiegelung und Bodenpreis. IÖR-Schriften, Bd. 34. Dresden
- BFS, 2007. Langsameres Siedlungswachstum, extensivere Landwirtschaft. Presseerklärung vom 6. Februar 2007.
- Bundesamt für Raumentwicklung, 2006. Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF – Vollzugshilfe 2006. Bern: ARE
- Deilmann C., 2004. Szenarien der Rohstoff- und Flächeninanspruchnahme für das Bauen und Wohnen 2025. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 53 (1-2)
- Haase D., 2005. Derivation of predictor variables for spatial explicit modelling of 'urban shrinkage' at different scales. Presentation at the 45th ERSA-Congress, http://www.feweb.vu.nl/ersa2005/final_papers/322.pdf (13.12.2007)
- Kasperowski E., 1986. Die Versiegelung Österreichs. In: Katzmann, W., H. Schrom: Umweltreport Österreich. Wien
- Keiner M. & Schultz B., 2007. Sind 400 m² pro Kopf genug? http://e-collection.ethbib.ethz.ch/ecollection/bericht/bericht_414.pdf (3.7.2007)
- Levia D.F., 1999. Farmland conversion and residential development in North Central Massachusetts. *Land Degradation and Development* 9 (2) 123-130
- Lüscher C., 2003. 10 Jahre Sachplan Fruchtfolgeflächen – Erfahrungen der Kantone, Erwartungen an den Bund. Bern: ARE
- Mei Y., XueRong X., Xie Y.C. & Guangjin T., 2005. Socioeconomic driving forces of arable land conversion: a case study of Wuxian City, China. *Global Environmental change* 15 (3) 238-252
- Schweizerischer Bundesrat, 2002. Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002. Bern
- Wiggering H. & Dalchow C., 2002. Strategien zur Einschränkung von Zersiedelung und Flächenverbrauch. Beitrag zum Stadtkongress «Zukunft Stadt», 13.5.2002. Berlin

RÉSUMÉ

Quels sont les facteurs d'influence sur la disparition des terres agricoles

Actuellement, plus de 400 mètres carrés par personne sont en moyenne consacrés à l'urbanisation et aux voies de circulation. Jusqu'à présent, ces terres étaient presque exclusivement à l'origine des terres agricoles et continueront de l'être à l'avenir. La présente contribution étudie les facteurs qui déterminent la disparition des sols par recouvrement et compare les différentes catégories de protection des sols. Il apparaît clairement que la Confédération dispose d'instruments très efficaces pour protéger la forêt, mais pas pour protéger les terres agricoles.

SUMMARY

What influences the loss of agricultural land through ground sealing?

Today, an average of over 400 square metres of land per person are devoted to residential and road use. This land has been and will continue to be taken almost exclusively from agricultural uses. This paper deals with the factors influencing ground sealing and compares different categories of land protection. Findings clearly indicate that the Federal government has very effective instruments for protecting forest, but not agricultural land.

Key words: urbanisation, land use, farmland conversion