

Verkehrliche Rahmenbedingungen einer flächensparenden Siedlungsentwicklung

Hans-Martin Neumann

*Hochschule Liechtenstein, Institut für Architektur und Raumentwicklung
(Fürstentum Liechtenstein)*

Abstract: Seit mehreren Jahrzehnten wächst die Siedlungsfläche schneller als die Bevölkerung. Dieses Phänomen kann als Folge steigender Haushaltseinkommen und sinkender Raumüberwindungskosten begriffen werden. Relevant ist in diesem Zusammenhang die unvollständige und zeitlich sowie räumlich pauschalierte Zurechnung der Kosten des Verkehrs. Diese fördert das Entstehen disperser Siedlungsstrukturen. Es wird daher vermutet, dass eine vollständige und siedlungsstrukturell differenzierte Zurechnung der Verkehrskosten einen Beitrag zu einer flächensparenden Siedlungsentwicklung leisten könnte. Am Beispiel des Alpenrheintals werden zwei hypothetische Szenarien entwickelt, deren Eintrittswahrscheinlichkeit in weiteren Arbeitsschritten anhand eines Wirkungsmodells bestimmt werden soll. Dieses Wirkungsmodell wird in groben Zügen skizziert.

Keywords: *Flächenverbrauch, Flächensparen, Zersiedlung, Urban Sprawl, Verkehrspreise, Kostenwahrheit, Szenarien*

Einführung

Dieser Artikel beschreibt eine Forschungsarbeit, die im Rahmen des Forschungsprojekts „Perspektiven Alpenrheintal“ entsteht. Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Analysen und Konzepten für eine nachhaltige Siedlungs-, Verkehrs- und Landschaftsentwicklung im Grenzraum Liechtenstein – Ostschweiz – Vorarlberg, dem Alpenrheintal.

Kennzeichnend für die Entwicklung der Region waren und sind die starke Zunahme der Einwohner und Arbeitsplätze aufgrund von wirtschaftlicher Dynamik sowie ein hohes Maß an Flächenverbrauch. So hat die Siedlungsfläche des Fürstentums Liechtenstein zwischen 1984 und 2002 um rund 25 % zugenommen (Bundesamt für Statistik 2006a). Im benachbarten Vorarlberger Rheintal haben sich die Bauflächen zwischen 1960 und der

Jahrtausendwende sogar verachtfacht, während die Bevölkerung „nur“ um etwa die Hälfte anwuchs (Vorarlberger Landesregierung und Vorarlberger Rheintalgemeinden 2006). Nach Berechnungen des österreichischen Umweltbundesamtes könnte das Vorarlberger Rheintal am Ende des 21. Jahrhunderts zugebaut sein, wenn sich der gegenwärtige Trend fortsetzt (Umweltbundesamt Wien 2001). Der Flächenverbrauch und seine negativen Konsequenzen geraten zunehmend in das Blickfeld der regionalen Öffentlichkeit (Öhri 2007, Stabsstelle für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit 2007). Es liegt daher nahe, sich im Rahmen des Forschungsprojektes mit diesem Thema auseinanderzusetzen.

Der hohe Flächenverbrauch ist ein Phänomen, welches in allen Industriestaaten beobachtet werden kann (Newman & Kenworthy 1999, European Environment Agency 2006). Es gibt deutliche Hinweise darauf, dass dieses Phänomen in einem engen Zusammenhang mit dem Verkehrsbereich und insbesondere mit dem Autoverkehr steht und eine Folge von sinkenden Raumüberwindungskosten ist.

In meiner Forschungsarbeit vertrete ich die Hypothese, dass durch eine vollständige und siedlungsstrukturell differenzierte Zurechnung der Verkehrskosten der Flächenverbrauch reduziert und eine kompaktere Siedlungsentwicklung erreicht werden kann. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den augenblicklichen Arbeitsstand und ist wie folgt aufgebaut:

Zunächst erläutere ich einige Zusammenhänge zwischen Flächenverbrauch und Verkehrspreisen und lege dar, weshalb vollständige und siedlungsstrukturell differenzierte Verkehrspreise zu einer flächensparenden Siedlungsentwicklung beitragen könnten. Danach stelle ich zwei als Hypothesen zu verstehende Szenarien zur zukünftigen Siedlungsentwicklung im Alpenrheintal vor. In einem Szenario setzt sich der Flächenverbrauch fort, im Anderen kommt der Flächenverbrauch zum Erliegen und es erfolgt eine Siedlungsentwicklung nach innen. Ich bezeichne diese in Anlehnung an Winning (2007a,b) und Krug (2006) als „differenzierte Siedlungsentwicklung“. Im Anschluss skizziere ich ein Modell, mit dem sich die Wirkung vollständiger und siedlungsstrukturell differenzierter Verkehrspreise auf den Flächenverbrauch abschätzen lässt. Das Modell erlaubt es, die Eintrittswahrscheinlichkeit der Szenarien zu bestimmen. Der Artikel endet mit offenen Fragen und einem Ausblick auf das weitere Vorgehen.

Flächenverbrauch, Zersiedlung und die Kosten des Verkehrs

Unter Flächenverbrauch versteht man die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche während eines bestimmten Zeitraumes, üblicherweise während eines Jahres. Mit „Fläche“ ist die Landmasse der Erde oder ein Teilausschnitt von ihr gemeint. Als „Verbrauch“ bezeichnen Ökonomen die aufzehrende Verwendung eines Gutes. Durch den Verbrauch des Gutes entsteht ein Folgeprodukt, welches wertvoller, wertlos oder gefährlich sein kann (Wikipedia 2007).

Der Begriff „Flächenverbrauch“ ist etwas irreführend, da Landfläche nur durch Umwandlung in Wasserfläche (also durch Überflutung) verbraucht werden kann. Durch die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche verändert sich die Größe der Landfläche in keiner Weise, wohl aber ihre Nutzung. „Nutzung“ ist in der Ökonomie ein Synonym für „Gebrauch“. Somit handelt es sich bei der Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche streng genommen um eine „Gebrauchs-“, nicht um eine „Verbrauchs“frage. Dennoch ist „Flächenverbrauch“ ein in der Fachwelt gängiger Begriff und auch in der englischen Übersetzung „land consumption“ gebräuchlich.

In Mitteleuropa gibt es zwei Megatrends der Landnutzung, nämlich die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche und die Zunahme der Waldfläche. Beide Entwicklungen gehen zulasten der Landwirtschaftsfläche und führen in der Summe zu einem veränderten Landschaftsbild. Der Flächenverbrauch ist daher ein starker Indikator für den Landschaftswandel.

Mit ihm werden außerdem verschiedene Wirtschafts- und Umweltfolgen in Verbindung gebracht. Zu den erstgenannten zählen allgemein steigende soziale Kosten (Burchell, Downs & Mukherij 2004), eine schlechtere Auslastung der technischen und sozialen Infrastruktur, (Gutzsche 2005) und steigender Primärenergiebedarf (Newman & Kenworthy 1999). Als Umweltfolgen gelten der Verlust ertragreichen Bodens, Veränderungen des Kleinklimas und des Wasserhaushalts, eine Verringerung der Biodiversität (in erster Linie durch Zerschneidungseffekte) sowie eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Beeinträchtigungen ökologischer Bodenfunktionen durch Schadstoffeintrag (Krengel 2005).

Allerdings sollte man sich vor Augen halten, dass diese Effekte nie vollständig und ausschließlich auf den Flächenverbrauch zurückgeführt werden können. Bei der Frage der Infrastrukturauslastung spielt auch die Siedlungsdichte eine Rolle und die Intensität kleinräumiger Umweltfolgen ist u.a. auch vom Anteil der versiegelten Flächen abhängig. Zur Siedlungs- und Verkehrsfläche gehören sehr verschiedene Flächennutzungen wie Wohn- und Industriegebiete, Verkehrsflächen und Grünanlagen. Im Einzelfall können die wirtschaftlichen und ökologischen Folgen des Flächenverbrauchs daher unterschiedlich ausfallen. In der aggregierten Betrachtung allerdings kann der Indikator „Flächenverbrauch“ komplexe kausale Zusammenhänge der Siedlungsentwicklung und des Landschaftswandels in verdichteter Form abbilden. Hierin liegt seine eigentliche Stärke.

Flächenverbrauch als Zersiedlungsindikator

Der Begriff „Flächenverbrauch“ ist wertend. Er impliziert, dass der geringe Verbrauch von Fläche ein erstrebenswertes Ziel ist, während er den hohen Verbrauch mit dem Makel der Ressourcenverschwendung belegt. Es ist dieser normative Aspekt, der den Flächenverbrauch in die Nähe des Begriffs „Zersiedlung“ (engl. „urban sprawl“) rückt.

In der Wissenschaft herrscht allerdings kein Konsens über dessen genaue Bedeutung. Siedentop (2005) unterscheidet fünf verschiedene Definitionsmöglichkeiten:

- 1) Zersiedlung als Dominanz gering verdichteter Siedlungsformen;
- 2) Zersiedlung als Dekonzentrationsprozess städtischer Funktionen;
- 3) Zersiedlung als Formbildungsprozess, der eine monozentral-kompakte räumliche Struktur in eine räumlich ausgreifende, diskontinuierliche, polyzentrisch-disperse Siedlungsstruktur verwandelt;
- 4) Zersiedlung als Flächennutzungsmuster mit bestimmten gesellschaftlich relevanten Wirkungen (negativer Art);
- 5) Zersiedlung als Siedlungsentwicklung, die den expliziten oder impliziten Zielen der räumlichen Planung zuwider läuft.

Ebenso unterschiedlich wie die Definitionen sind die angewandten Messkonzepte. Der Flächenverbrauch ist ein gängiger Zersiedlungsindikator (z.B. bei Glaeser & Kahn 2003, Kolonkiewicz & Beck 2001). Allerdings hängt seine Eignung davon ab, welche der o.g. Definitionen der Studie zugrunde liegt. Wenn man Zersiedlung als Entdichtung und Entmischung des Siedlungsraumes (Definition 1) oder als Ausdruck räumlicher Dekonzentrationsprozesse (Definition 2) begreift, dann kann man den Flächenverbrauch als Zersiedlungsindikator heranziehen. Für Studien, in denen die Definitionen 3), 4) oder 5) verwendet werden, ist der Flächenverbrauch als Indikator ungeeignet.

Der Einfluss des Verkehrs

Größe und Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche steht in einem engen Zusammenhang mit dem Verkehrssystem. Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren dem Wachstum dadurch Grenzen gesetzt, dass Entfernungen vom größten Teil der Bevölkerung nur zu Fuß zurückgelegt werden konnten. Mit dem Aufkommen von Eisen- und Straßenbahnen erweiterte sich der Aktionsradius und damit auch die potentiell für Siedlungszwecke zur Verfügung stehende Fläche. Allerdings musste der Weg zum Bahnhof oder zur Haltestelle nach wie vor zu Fuß überwunden werden, so dass die Siedlungsentwicklung punktaxial den Eisen- und Straßenbahnstrecken folgte. Mit der Massenmotorisierung fiel diese Begrenzung fort, da seitdem alle Standorte innerhalb einer (Stadt-) Region eine mehr oder weniger ähnliche Lagegunst aufweisen (Cerwenka et al. 2007). Dieser Prozess kann als Nivellierung der intraregionalen Erreichbarkeitsverhältnisse aufgefasst werden und stellt vermutlich eine Hauptursache des Flächenverbrauchs dar.

Autoren in der Tradition der mikroökonomischen Bodennutzungstheorien von Thünens (1826), Wingos (1961) und Lowrys (1964) erklären den Flächenverbrauch als Folge sinkender Verkehrskosten und steigender Einkommen. Flächenverbrauch ist nach diesem Verständnis eine Begleiterscheinung von größerem Wohlstand und technologischen Innovationen im Verkehrsbereich (z.B. Bruegman 2008).

Nun ist bekannt, dass die vom Verkehrsteilnehmer wahrgenommenen Kosten nicht mit den volkswirtschaftlichen Kosten des Verkehrs verwechselt werden dürfen. So trägt die Allgemeinheit die Kosten für Umweltschäden, Unfallfolgen und Staus. Man bezeichnet diese auch als „externe Kosten des Verkehrs“. Die Kosten für Bau und Unterhalt der Verkehrsinfrastruktur werden den Verkehrsteilnehmern über Kfz- und Mineralölsteuern und z.T. auch über Straßenmaut zugerechnet (Cerwenka et al. 2007). Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Steuer und der Höhe der Kosten ist jedoch eher wagen, da es keine gesetzliche Verpflichtung gibt, die gesamte Verkehrsinfrastruktur durch nutzerbezogene Gebühren, Steuern und Abgaben zu finanzieren. Außerdem sind die erzielten Einnahmen nicht oder nur zum Teil zweckgebunden. Bei den öffentlichen Verkehrsmitteln wird die Infrastrukturbereitstellung staatlicherseits massiv subventioniert, und auch die Betriebskosten können nur zum Teil über die Einnahme aus dem Fahrscheinverkauf gedeckt werden. Hinzu kommt, dass bei der Zurechnung der Verkehrskosten zeitlich und räumlich pauschaliert wird. So fallen die Kraftfahrzeugsteuer und die Autobahngebühr einmal im Jahr an und haben im Personenverkehr keinerlei Bezug zum Nutzerverhalten. Unberücksichtigt bleibt auch, dass es erhebliche räumliche und siedlungsstrukturelle Unterschiede bei den Infrastrukturkosten, aber auch bei Umwelt- und Unfallkosten gibt (Ernst Basler und Partner AG 2007, Krug 2006).

Siedlungsstrukturell differenzierte Verkehrspreise und ihre Folgen

Verschiedene Verkehrswissenschaftler kritisieren diese unvollständige und pauschalierte Zurechnung der Verkehrskosten, da sie zu einer verzerrten, übergroßen Verkehrsnachfrage führen. Cerwenka et al. (2007) schlagen ein flächendeckendes Roadpricing-System vor, über das die Infrastruktur-, Unfall- und Umweltkosten den Autofahrern vollständig und je gefahrenem Kilometer, also ohne zeitliche Pauschalierung, zugerechnet werden.

Winning (2007a, b) betont, dass die Zurechnung der Kosten nicht nur vollständig, sondern auch siedlungsstrukturell differenziert erfolgen sollte. Dies gelte sowohl für den motorisierten Individualverkehr als auch für den öffentlichen Verkehr. So seien Infrastruktur-, Umwelt- und Unfallkosten des motorisierten Individualverkehrs in urbanen, verdichteten Siedlungsbereichen deutlich höher als in dispersen Siedlungsbereichen niedriger Dichte bzw. auf Streckenabschnitten außerorts. Der öffentliche Verkehr erzeuge dann hohe Kosten, wenn er der Erschließung von Siedlungseinheiten geringer Dichte diene, während er für die Erschließung urbaner Siedlungseinheiten sehr effizient sei. Die vollständige und räumlich differenzierte Abrechnung könne für den motorisierten Individualverkehr durch die Einführung eines Roadpricings mit siedlungsstruktureller Komponente, beim öffentlichen Verkehr durch eine siedlungsstrukturell differenzierte Tarifgestaltung erreicht werden.

Eine räumlich und siedlungsstrukturell differenzierte Kostenzurechnung hat wahrscheinlich nicht nur Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten, sondern auch auf die Standortwahl von Haushalten und Betrieben und damit auf die Siedlungsentwicklung.

Für die technische Infrastruktur kann Steinlechner (2001) nachweisen, dass eine siedlungsstrukturelle Unterschiede nivellierende Kostenabrechnung disperse Siedlungsstrukturen begünstigt. Eine siedlungsstrukturell differenzierte Kostenabrechnung würde zu einer kompakteren Siedlungsentwicklung und somit zu weniger Flächenverbrauch führen. Ähnliches gilt möglicherweise auch für die Verkehrskosten.

Winning (2007a, b) geht noch weiter und vermutet, dass die siedlungsstrukturell differenzierte Abrechnung der Transportkosten langfristig zu einer Konzentration der Siedlungsentwicklung auf die fußläufigen Einzugsbereiche der Knotenpunkte des öffentlichen Verkehrs führt. Er argumentiert, dass sich der öffentliche Verkehr, unter den beschriebenen Rahmenbedingungen, im Wesentlichen auf Hochleistungsverbindungen zwischen den Knotenpunkten beschränken würde, während alle übrigen Siedlungsstrukturen über einem ökologisierten Autoverkehr erschlossen wären. Da der öffentliche Verkehr durch die siedlungsstrukturell differenzierte Preisgestaltung und die damit verbundenen Netzanpassungen tendenziell schneller und günstiger, der Autoverkehr hingegen teurer und (zur Kostenvermeidung) auch langsamer werde, ergebe sich ein Erreichbarkeitsgewinn für die Umfelder der ÖV-Knoten, der sich auf Siedlungsentwicklung auswirke. Dass sich dabei mutmaßlich herausbildende Standortgefüge nennt er „Differenzierte Siedlungsstruktur“. Dieses besteht aus hoch verdichteten, nutzungsgemischten, urbanen Siedlungseinheiten in fußläufigen Einzugsbereichen des öffentlichen Verkehrs, während die außerhalb der fußläufigen Einzugsbereiche gelegenen Siedlungsgebiete dispersen Charakter aufweisen, also eine geringe Dichte haben und autoorientiert sind.

Krug (2006) legt in seiner Dissertation dar, dass unter den beschriebenen Voraussetzungen die differenzierte Siedlungsstruktur verkehrlich sehr effizient ist und für alle Verkehrsteilnehmer ein hohes Maß an Erreichbarkeit gewährleisten würde. Dies mag ein Hinweis darauf sein, dass sich diese Siedlungsstruktur quasi von selbst herausbilden könnte, wenn man die Verkehrspreise und Abrechnungsmechanismen entsprechend verändert. Krug hat dies aber nicht weiter untersucht.

Bewertung des Forschungsstandes und Fragestellung der Arbeit

Die von Winning (2007a, b) und Krug (2006) beschriebene differenzierte Siedlungsstruktur ist als Entwurf für ein neues siedlungsstrukturelles Leitbild zu verstehen. Hilfreich und zukunftssträchtig ist ein Leitbild aber nur dann, wenn Näheres über seine Eintrittsvoraussetzungen bekannt ist. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit stehen daher folgende Fragen:

- 1) Lässt sich durch die vollständige und siedlungsstrukturell differenzierte Zurechnung der Verkehrskosten eine stärkere Differenzierung der Erreichbarkeitsverhältnisse erreichen?
- 2) Führen die veränderten Erreichbarkeitsverhältnisse mittel- bis langfristig zur Herausbildung einer differenzierten Siedlungsstruktur?
- 3) Ist so eine Begrenzung des Flächenverbrauchs möglich?

Zwei Szenarien für das Alpenrheintal

Aufbauend auf dieser Fragestellung werden nun zwei räumliche Szenarien beschrieben, deren Eintrittswahrscheinlichkeit in weiteren Arbeitsschritten untersucht werden sollen. Es handelt sich um ein Trendszenario „Zersiedlung“ sowie um ein Kontrastszenario „Differenzierung“ (Neumann & Stepner 2007). Die Szenarien bilden vereinfacht das System Siedlung und Verkehr im Alpenrheintal während des Zeitraums von 2005 bis 2040 ab. Aufgrund der verfügbaren Einwohner- und Erwerbstätigenprognosen für die Region Alpenrheintal (Bundesamt für Statistik 2006b, 2007; Statistik Austria 2006a,b; Strittmatter Partner AG 2003) wird in beiden Szenarien von einem Zuwachs an Einwohnern und Erwerbstätigen in der Größenordnung von 20% ausgegangen. Die Beschreibung des Systems Siedlung und Verkehr erfolgt in Anlehnung an die Dissertation von Krug (2006).

Das Teilsystem Siedlung wird kleinräumig in einer Auflösung von 500 m x 500 m betrachtet. Man stelle sich also vor, dass sich die gesamte Erdoberfläche des Alpenrheintals aus quadratischen Zellen mit einer Kantenlänge von 500 m zusammensetzt, die parkettartig nebeneinander liegen. Als besiedelt gelten alle Rasterzellen, die eine Dichte von mehr als 100 Einwohnern und Arbeitsplätzen aufweisen. Die besiedelten Zellen können drei Urbanitätsgrade annehmen: „Urban“ (= 3.000 – 4.500 Einwohner und Arbeitsplätze), „semiurban“ (= 1.500 – 3.000 Einwohner und Arbeitsplätze) sowie „dispers“ (= 100 – 1.500 Einwohner und Arbeitsplätze). Im Teilsystem Verkehr werden Verkehrsanlagen von regionaler Bedeutung und Verkehrsanlagen von lokaler Bedeutung unterschieden. Zu den Verkehrsanlagen von regionaler Bedeutung werden Flugplätze, Eisenbahnlinien, Autobahnen sowie Autostraßen erster Kategorie (Fahrbahnbreite mindestens sechs Meter) gezählt, zu den Verkehrsanlagen lokaler Bedeutung das untergeordnete Straßennetz.

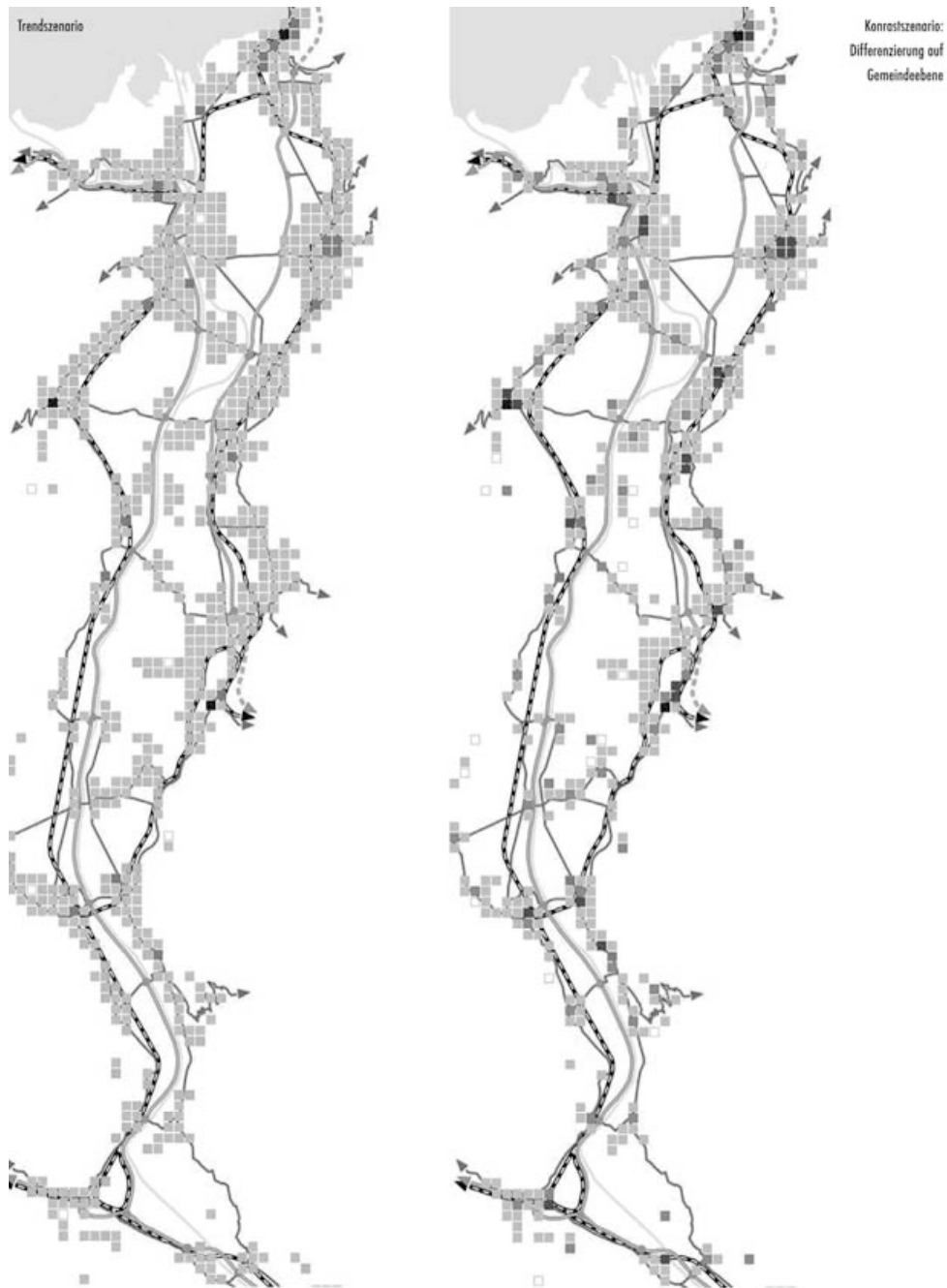


Abbildung 1: Trendszenario Zersiedlung (links) und Kontrastszenario, Differenzierung, Variante Gemeindeebene (rechts)

Trendszenario „Zersiedlung“

Im Trendszenario „Zersiedlung“ setzt sich der gegenwärtige Trend zur Zersiedlung fort. Es wird davon ausgegangen, dass der gesamte Zuwachs an Einwohnern und Arbeitsplätzen in neu zu errichtenden dispersen Siedlungsstrukturen untergebracht wird. Nachverdichtung in bestehenden Siedlungszellen findet nicht statt. Das Wachstum erfolgt ausschließlich an den Rändern der bestehenden Siedlungen. Der Flächenverbrauch stagniert auf hohem Niveau.

Kontrastszenario „Differenzierung“

Im Kontrastszenario „Differenzierung“ wird unterstellt, dass der Zuwachs an Einwohnern und Arbeitsplätzen ausschließlich in Form urbaner Siedlungszellen im fußläufigen Einzugsbereich der Haltestellen leistungsfähiger öffentlicher Verkehrsmittel realisiert wird. Die Siedlungsfläche dehnt sich nicht weiter aus. Da über das Standortmuster der urbanen Siedlungszellen zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur spekuliert werden kann, wurden drei Varianten des Differenzierungsszenarios erarbeitet.

Variante „Differenzierung auf Gemeindeebene“

In dieser Variante wird angenommen, dass jede Gemeinde versuchen wird, auf ihrem Gebiet einen Urbanisierungsstandort zu realisieren. Diese Annahme lässt sich aus der kommunalen Planungshoheit und der oftmals zu beobachtenden interkommunalen Konkurrenz um Einwohner und Arbeitsplätze ableiten.

Variante „Differenzierung an Busknoten“

Unterstellt wird die Einführung eines regionalen Schnellbusnetzes mit dichtem Takt und großem Fahrkomfort („Bus Rapid Transit“). Dieses regionale Schnellbusnetz kann, langfristig betrachtet, vermutlich kostengünstiger und damit effizienter betrieben werden als das gegenwärtige ÖV-Netz. Die urbanen Siedlungszellen entstehen an den Punkten der höchsten Erreichbarkeit, das sind die Knotenpunkte des regionalen Schnellbusnetzes. Die Größe der urbanen Siedlungszellen deckt sich mit dem fußläufigen Einzugsbereich der Schnellbushaltestellen.

Variante „Differenzierung an Bahnknoten“

Im Gegensatz zum Szenario „Differenzierung an Busknoten“ wird in dem Szenario „Differenzierung an Bahnknoten“ kein neues öffentliches Verkehrsmittel eingeführt. Die differenzierte Siedlungsstruktur entsteht auf Basis des bestehenden Netzes des öffentlichen Verkehrs. Das leistungsfähigste und schnellste öffentliche Verkehrsmittel im Alpenrheintal ist derzeit die Bahn. In einem Eisenbahnnetz sind die Punkte mit der größten Erreichbarkeit die Knotenpunkte.

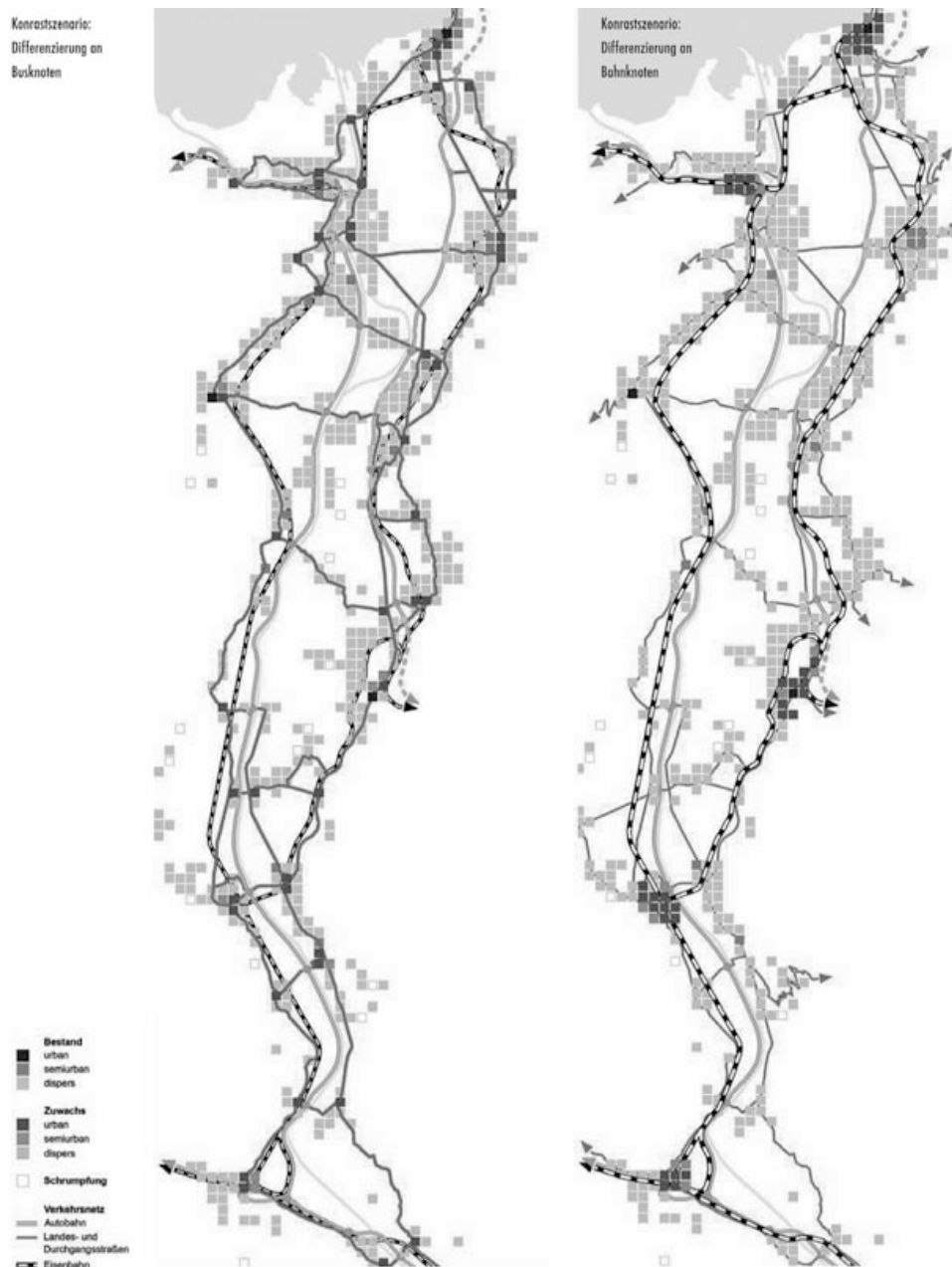


Abbildung 2: Kontrastszenario Differenzierung, Variante Busknoten (links) und Variante Bahnknoten (rechts)

Ein Wirkungsmodell

Um die Plausibilität der Szenarien prüfen und ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten beschreiben zu können, ist die Konstruktion eines Wirkungsmodells erforderlich, das die Zusammenhänge zwischen Mobilität, Siedlungsstruktur und Flächenverbrauch abbildet. Die Modellbildung erfolgt zunächst in qualitativer Form (verbal-argumentativ), wobei für einzelne Aspekte, auch

eine quantifizierende Modellierung erfolgen wird. Die Grundlage des Wirkungsmodells bildet wiederum die kleinräumige Betrachtung des Raumes in einer Auflösung von 500 m x 500 m.

Standortentscheidungen der Betriebe und Haushalte

Zu Beginn des Untersuchungszeitraums weist jede Zelle entsprechend ihrem Urbanitätsgrad (urban, semiurban, dispers) eine spezifische Anzahl von Einwohnern bzw. Haushalten und Arbeitsplätzen bzw. Betrieben auf. Diese Zahl ist im Zeitverlauf nicht konstant. Die Zahl der Haushalte steigt aufgrund von Geburten und sinkt aufgrund von Sterbefällen. Die Zahl der Betriebe erhöht sich durch Neugründungen und sinkt durch Betriebsschließungen.

Jedem Haushalt steht ein bestimmtes Budget zur Verfügung, welches er für Wohnen und Mobilität verwenden kann. Die Höhe dieses Budgets ist abhängig vom Einkommen und vom Lebensstil des Haushalts. Das Haushaltseinkommen ist im Zeitverlauf nicht konstant, sondern verändert sich mit der gesamtwirtschaftlichen Lage.

Jeder Haushalt lebt in einer Wohnung. Die Zahl der Wohnungen erhöht sich durch Neubau und verringert sich aufgrund von Abbrüchen. Für jeden zuziehenden Haushalt wird eine neue Wohnung errichtet. Durch Abbrüche verringert sich der Wohnungsbestand um einen gewissen Prozentsatz im Jahr. Haushalte, deren Wohnung abgebrochen wird, ziehen um. Alle Umzüge erfolgen innerhalb der Region.

Das Wanderungs- und Umzugsverhalten der Haushalte wird auf der regionalen Ebene abgebildet. Das regionale Umzugspotenzial besteht aus den innerhalb der Region umziehenden Haushalten, zuzüglich der in die Region zuziehenden Haushalte, abzüglich der aus der Region fortziehenden Haushalte.

Die Haushalte, aus denen sich das regionale Umzugspotenzial zusammensetzt, sind auf der Suche nach einem neuen Standort. Es wird unterstellt, dass sich die Haushalte an jenem Standort niederlassen, der ihnen die höchste Erreichbarkeit gewährleistet, sofern die Kosten für Wohnen und Mobilität nicht das Budget des Haushalts übersteigen.

Das Standortwahlverhalten der Betriebe lässt sich auf ähnliche Weise beschreiben. Auch in diesem Fall ist davon auszugehen, dass jedem Betrieb ein bestimmtes Budget zur Verfügung steht, welches er für Grunderwerb, Miete oder Pacht sowie für Mobilität aufwenden kann. Wird das Budget überschritten, verlagert sich der Betrieb.

Analog zum Umzugsverhalten der Haushalte wird auch die Standortsuche der Betriebe auf der regionalen Ebene abgebildet. Hierbei wird von einem regionalen Ansiedlungspotenzial ausgegangen, welches aus den verlagernden Betrieben, aus neu gegründeten Betrieben sowie aus sich neu ansiedelnden Betrieben besteht. Es ist anzunehmen, dass sowohl das Budget als auch das Standortwahlverhalten des jeweiligen Betriebes stark davon abhängig ist, welchem Wirtschaftszweig und welcher Wirtschaftsbranche er angehört.

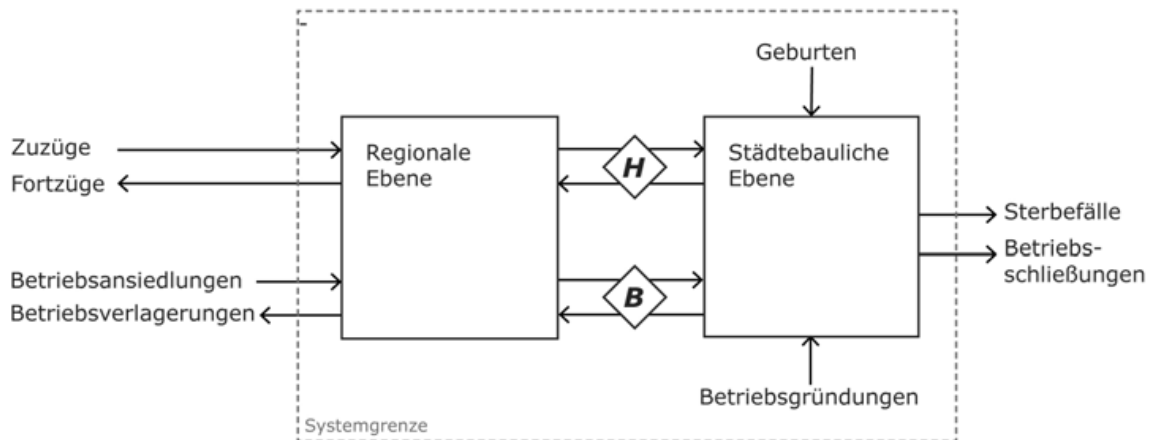


Abbildung 3: Wechselwirkungen zwischen der städtebaulichen Ebene (Rasterzelle) und der regionalen Ebene (Alpenrheintal)

Erreichbarkeit

In der Forschungsarbeit wird auf das Erreichbarkeitsmodell aus der Dissertation von Krug (2006) zurückgegriffen. Krug definiert Erreichbarkeit als Summe der räumlichen Gelegenheiten, die von einem bestimmten Standort aus erreicht werden können. Dabei wird jede Verkehrsbeziehung mit dem hierfür erforderlichen generalisierten Raumüberwindungskosten gewichtet. Zu letzteren zählen die von den Verkehrsteilnehmern unmittelbar wahrgenommenen Kosten für Kraftstoff, Maut und Parkgebühren sowie die Zeitkosten der Verkehrsteilnehmer (Cerwenka et al. 2007). Gelegenheiten werden durch Einwohner- und Arbeitsplätze je Rasterzelle abgebildet. Durch Überlagerung der Rasterzellen mit den Netzen des motorisierten Individualverkehrs und des öffentlichen Personennahverkehrs kann die Erreichbarkeit jeder Zelle ermittelt werden.

Flächenbilanzierung

Wenn man abschätzen kann, wie sich die Anzahl der Haushalte und Betriebe im Alpenrheintal entwickeln wird, welche Faktoren Haushalte und Betriebe bei der Wahl ihres Standorts berücksichtigen und welche Rolle die Erreichbarkeit in diesem Zusammenhang spielt, dann lässt sich erklären, wie Haushalte und Betriebe auf räumlich differenzierte Transportpreise reagieren. Nun ist zu klären wie auf dieser Grundlage der künftige Flächenverbrauch ermittelt werden kann.

Nicht alle Zellen des 500m x 500m-Rasters stehen für eine Siedlungsentwicklung zur Verfügung. Felsregionen, Steilhänge und Wasserflächen scheiden von vornherein aus. Jene Zellen, die zumindest theoretisch für eine Siedlungstätigkeit in Frage kommen, werden in

diesem Artikel in Anlehnung an die österreichische Nomenklatur als „Dauersiedlungsraum“ bezeichnet. Zum Dauersiedlungsraum gehören die Landwirtschaftsfläche sowie die Siedlungs- und Verkehrsfläche, nicht jedoch der Wald und die sog. unproduktiven Flächen. Flächenverbrauch erfolgt innerhalb des Dauersiedlungsraumes durch die Umwandlung von Landwirtschaftsfläche in Siedlungs- und Verkehrsfläche. Die Umwandlung von unproduktiven und Waldflächen in Siedlungs- und Verkehrsfläche ist statistisch vernachlässigbar und wird hier nicht weiter betrachtet.

Als besiedelt gelten alle Rasterzellen, die eine Dichte von mehr als 100 Einwohnern und Arbeitsplätzen aufweisen. Die Fläche dieser Zellen umfasst auch das untergeordnete Erschließungsstraßennetz, also Verkehrsfläche. Um die Siedlungsfläche zu ermitteln, muss daher von der Fläche der besiedelten Zellen der darin erhaltene Verkehrsflächenanteil abgezogen werden.

Die Verkehrsflächen sind vollständig zu erfassen. Gleichzeitig gilt es Doppelzählungen zu vermeiden. Die Fläche, die von den Verkehrsanlagen regionaler Bedeutung (Flugplätze, Eisenbahnlinien, Autobahnen sowie Autostraßen 1. Kategorie) in Anspruch genommen wird, muss zeichnerisch ermittelt werden. Soweit sich diese Verkehrsanlagen mit den besiedelten Bereichen überlagern, müssen sie bei der Flächenbilanzierung von der Fläche der Siedlungszellen abgezogen werden.

Die Fläche der Verkehrsanlagen von lokaler Bedeutung (untergeordnetes Straßennetz) kann durch Stichprobenziehung und anschließende Hochrechnung ermittelt werden. Auch in diesem Fall müssen die Verkehrsanlagen innerhalb der besiedelten Bereiche von der Fläche der Siedlungszellen subtrahiert werden.

Ob und wie stark die Verkehrsfläche im Untersuchungszeitraum zunehmen wird, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Erweiterung der Verkehrsanlagen von regionaler Bedeutung ist in erster Linie eine politische Frage. Es wird daher unterstellt, dass im Szenario „Trend“ alle gegenwärtig diskutierten Ausbauprojekte im Straßennetz und Schienennetz vorgenommen werden, während im Kontrastszenario „Differenzierung“ keinerlei Ausbau erfolgt. Die Entwicklung der innerörtlichen Verkehrsanlagen von lokaler Bedeutung steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung der Siedlungsfläche und kann abgebildet werden, in dem man den Verkehrsflächenanteil der als besiedelt geltenden Zellen ermittelt. Ggf. ist hierfür noch eine Differenzierung zwischen urbanen, semiurbanen und dispersen Siedlungszellen erforderlich. Der Verkehrsflächenanteil der unbesiedelten Zellen kann im Zeitverlauf als konstant angesehen werden.

Weitere Arbeitsschritte und offene Fragen

In nächster Zeit werde ich mich schwerpunktmäßig mit der Standortwahl der Haushalte und Betriebe beschäftigen. Hierbei stellen sich aus meiner Sicht folgende Fragen:

- 1) Es müssen Annahmen zur Entwicklung des Haushaltseinkommens und zur Einkommensverteilung getroffen werden. Diese sind aufgrund des langen Untersuchungszeitraums mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Wie kann mit dieser Unsicherheit umgegangen werden?
- 2) Bei der Standortwahl der Haushalte spielen neben Einkommen auch Alter und Lebensstil eine Rolle. Ist es erforderlich, auf diese Einflussfaktoren näher einzugehen?
- 3) Um die Höhe der Mobilitätsausgaben der Haushalte zu bestimmen, muss das Mobilitätsverhalten der Haushalte beschrieben werden. Das verwendete Erreichbarkeitsmodell basiert auf einer Potenzialbetrachtung und bildet Pendlerbeziehungen nicht ab. Wie können plausible Annahmen getroffen werden?
- 4) In der Realität erfolgt die Umzugsentscheidung nicht „diskret“ bei Überschreitung des Mobilitäts- und Wohnbudgets. Vielmehr steigt die Wahrscheinlichkeit eines Umzuges, je stärker sich die Höhe der Mobilitäts- und Wohnkosten dem maximal zur Verfügung stehenden Budget annähern. Ist es erforderlich, diesen Zusammenhang abzubilden?
- 5) Wie kann die Höhe des Mobilitäts- und Standortbudgets der Betriebe bestimmt werden? Wie kann die Höhe der Mobilitätsausgaben der Betriebe abgeschätzt werden?

Ausblick

Mehrere europäische Länder, darunter die Schweiz und die Bundesrepublik Deutschland, haben in letzter Zeit Initiativen zur Begrenzung des Flächenverbrauchs gestartet (Jörissen & Coenen 2007; Schultz & Dosch 2005). Diese Initiativen sind umsetzungsorientiert und beschränken sich daher auf das kurzfristig Machbare. Nach meinem Verständnis ist es Aufgabe der Wissenschaft, das Augenmerk auf die Ursachen und Hintergründe des Phänomens zu lenken. Hierzu zählen insbesondere die Einflüsse der Verkehrspreise und -regelungen. In diesem Sinne hoffe ich, mit meiner Forschungsarbeit einen wertvollen Beitrag zur akademischen Diskussion zu leisten.

Literaturverzeichnis

- Bruegman, Robert (2008): Accessibility and Sprawl. In: *Journal of Transport and Land Use*, 1, S. 5-11. Verfügbar unter <http://jtlu.org> (Stand 2008-08-10)
- Bundesamt für Statistik (2006a): *Arealstatistik Fürstentum Liechtenstein 2002*, Neuenburg
- Bundesamt für Statistik (2006b): *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2005-2050*. Neuenburg
- Bundesamt für Statistik (2007): *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Kantone 2005-2050*. Neuenburg
- Burchell, Robert W., Downs, Anthony & Mukherij, Sahan (2004): *Sprawl Costs: Economic Impacts of Unchecked Development*. Washington DC: Island Press
- Cerwenka, Peter; Hauger, Georg; Hörl, Bardo & Klamer, Michael (2007): *Handbuch der Verkehrssystemplanung*. Wien: Österreichischer Kunst- und Kulturverlag
- De la Barra, Tomás (1995): *Integrated land use and transport modelling. Decision chains and hierarchies*. Reprint. Cambridge: Cambridge University Press
- Ernst Basler und Partner AG (2007): *Einfluss von Road Pricing auf die Raumentwicklung. Schlussbericht*. Verfügbar unter <http://www.are.admin.ch/themen/verkehr> (Stand 2008-08-10)
- European Environment Agency (2006): *Urban sprawl in Europe – the ignored challenge*. Copenhagen: EEA-Report 10 /2006
- Gather, Matthias; Kagermaier, Andreas & Lanzendorf, Martin (2008): *Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung*. Berlin & Stuttgart: Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung
- Glaeser, Edward L. & Kahn, Mathew E. (2003): *Sprawl and Urban Growth*. Cambridge MA: Harvard Institute of Economic Research, Harvard University
- Gutzsche, Jens-Martin (2005): Die ständige Ausweitung der Siedlungsfläche – ein Kostenproblem. In: Besecke, Anja; Hänsch, Robert & Pinetzki, Michael (Hrsg.): *Das Flächensparbuch, Diskussion zu Flächenverbrauch und lokalem Bodenbewusstsein*. Berlin: Institut für Stadt- und Regionalplanung, TU Berlin, S. 29-34
- Kolonkiewicz, Leo & Beck, Roy. (2001): Weighing Sprawl Factors in Large U.S. Cities, Washington DC. Verfügbar unter <http://www.numbersusa.com> (Stand 2008-08-06)
- Krengel, Jaqueline (2005): Folgen der Flächeninanspruchnahme für Natur und Landschaft. In: Besecke, Anja; Hänsch, Robert & Pinetzki, Michael (Hrsg.): *Das Flächensparbuch, Diskussion zu Flächenverbrauch und lokalem Bodenbewusstsein*. Berlin: Institut für Stadt- und Regionalplanung, TU Berlin, S. 45-53
- Krug, Henning (2006): *Räumliche Wahlmöglichkeiten als Effizienzkriterium für Siedlung und Verkehr. Szenarien – Modellrechnungen – Vergleichende Bewertung. Dissertation*. Kassel: Fachbereich Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung, Universität Kassel
- Jörissen, Juliane & Coenen, Reinhard (2007): *Sparsame und schonende Flächennutzung. Entwicklung und Steuerbarkeit des Flächenverbrauchs*. Berlin: Edition Sigma

- Lowry, Ira.S. (1964): *A Model of Metropolis*. Santa Monica CA: Rand Memorandum 4025-RC
- Neumann, Hans-Martin & Stepner, Dieter (2007): Differenzierung im Alpenrheintal. Szenarien für die nachhaltige Entwicklung von Siedlung und Transport. In: Institut für Architektur und Raumplanung (Hrsg.): *Nachhaltige Raumentwicklung*. Petersberg: Michael Imhof Verlag, S. 97-112
- Newman, Peter & Kenworthy, Jeffrey (1999) *Sustainability and Cities, Overcoming Automobile Dependence*. Washington DC: Island Press
- Öhri, Reto (2007): Versiegelter Boden. Von der Vernachlässigung des bodenzentrierten Denkens in Liechtenstein. In: *Liechtensteiner Volksblatt* (Ausgabe 2007-05-16)
- Schultz, Barbara & Dosch, Fabian: Trends der Siedlungsflächenentwicklung und ihre Steuerung in der Schweiz und Deutschland. In: *DISP*, 160, S. 5-15
- Siedentop, Stefan (2005): Urban Sprawl – verstehen, messen, steuern. Ansatzpunkte für ein empirisches Mess- und Evaluationskonzept der urbanen Siedlungsentwicklung. In: *DISP*, 160, S. 23-35
- Siedentop, Stefan; Junesch, Richard & Straßer, Martina (2007): *Einflussfaktoren auf die Neuinanspruchnahme von Flächen. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 1. Zwischenbericht*. Verfügbar unter <http://www.bbr.bund.de> (Stand 2008-08-08)
- Stabsstelle für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (2002): *Liechtenstein besteht nicht nur aus Straßen, Liechtenstein hat auch acht Naturschutzgebiete*. Verfügbar unter <http://www.llv.li/llv-portal-informationen/aktuelles.htm> (Stand 2007-08-06)
- Steinlechner, Reinhard (2001): *Die schlanke Stadt. Kostenwahrheit als Instrument der Raumplanung. Dissertation*. Innsbruck: Rechtswissenschaftliche Fakultät, Leopold-Franzens-Universität
- Statistik Austria (2006a): *Bevölkerungsvorausschätzung 2006-2050 sowie Modellrechnung bis 2075 für Vorarlberg (Hauptzenario)*. Wien
- Statistik Austria (2006b): *Erwerbsprognose 2006*. Wien
- Strittmatter Partner AG (2003): *Fürstentum Liechtenstein. Einwohner und Arbeitsplätze. Grundlagenanalyse und Prognose*. St. Gallen: unveröffentlichtes Gutachten
- Thünen, Johann Heinrich von (1826): *Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, Hamburg
- Vorarlberger Landesregierung und Vorarlberger Rheintalgemeinden (Hrsg): *Perspektiven Rheintal. Dokumentation 2006*, Bregenz: Raumplanungsabteilung beim Amt der Vorarlberger Landesregierung
- Umweltbundesamt Wien (2001): *Experten verlangen dringend Maßnahmen für einen flächensparenden Umgang mit der Ressource Boden*. Verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.at> (Stand 2001-03-30)
- Wingo, Lowdon (1961): *Transportation and Urban Land*. Baltimore: John Hopkins Press

Wikipedia (2007): <http://de.wikipedia.org/wiki/verbrauch> (Stand 2007-10-26)

Winning, Hans-Henning von (2007a): Roadpricing gegen Zersiedlung, in: *TEC21*, 07, S. 28-30

Winning, Hans-Henning von (2007b): Urbane Netze im Autoland. Zukunftsbild, Anwendung, Konsequenzen, offene Fragen. In: Institut für Architektur und Raumplanung (Hrsg.): *Nachhaltige Raumentwicklung*. Petersberg: Michael Imhof Verlag, S. 48-61

