

Response to the two questions by the commission to Dr. Jochen Jaeger after his presentation on May 15, 2017 regarding the proposed development in Pierrefonds West

by Dr. Jochen Jaeger, Associate Professor, Concordia University, Montreal, Department of Geography, Planning and Environment

May 19, 2017

Question 1: At what density would a built-up area not be considered as "sprawl" any more? What about the 35 units/ha that are planned for Pierrefonds-West to be constructed?

Response: The measurement of urban sprawl includes a weighting function which is close to 1 for low densities and less than 1 for higher densities (see Fig. 1 on next page). The values are between 1 and 0.

In their brochure about Pierrefonds-Roxboro, the authors write about **35 units/ha** in "most of the new development zone", but when one calculates the value directly, it is lower than 35 units/ha: $5500 \text{ housing units} / 185 \text{ ha} = \mathbf{29.7 \text{ units/ha}}$.

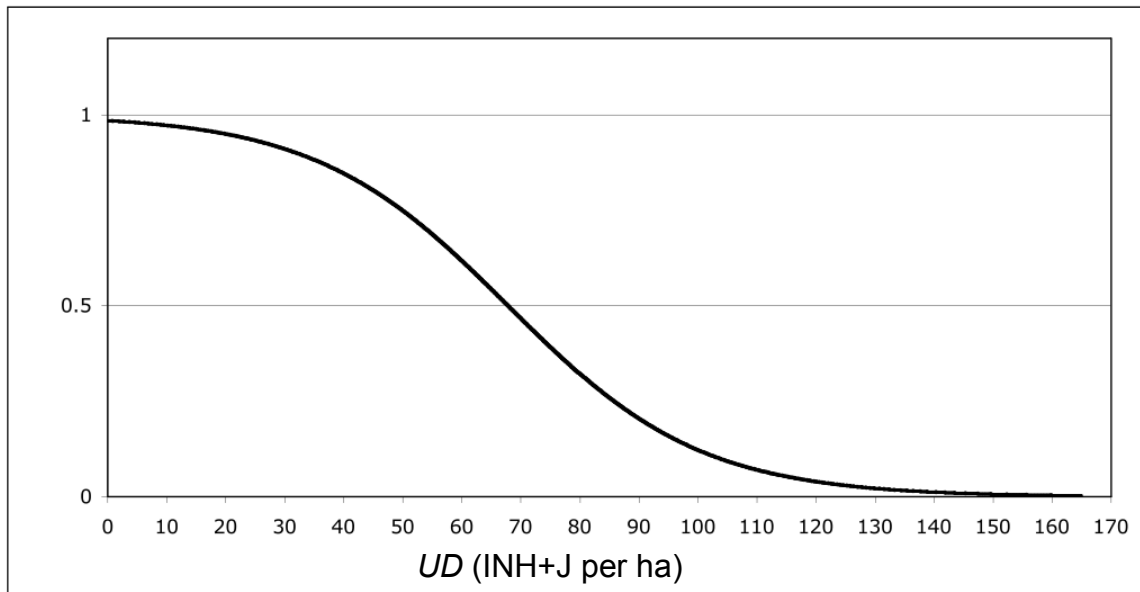
When there are two inhabitants in each housing unit, this would correspond to a density 70 inhabitants or jobs per ha, or a land-uptake per person (*LUP*) of 1 ha / 70 inhabitants or jobs = 143 m² per inhab. or job. The weighting function for this value is **0.5**. This value would be a bit higher if there are fewer than 2 people in each housing unit, and a bit lower if there are more than 2 people in each unit.

Accordingly, the value of the weighting function for 29.7 units / ha is **0.6**. (since this would result in a utilization density (*UD*) of 60 inhabitants or jobs per ha, or *LUP* = 1 ha / 60 inhabitants or jobs = 167 m² per inhab. or job).

This is a medium density, not low density, but not high density, either.

To not be considered as sprawl any more, a value of about 0.1 may be considered, which would correspond to a density of **more than 100 inhabitants or jobs per ha, corresponding to 50 units/ha or higher.**

$w_2(LUP)$



$w_2(LUP)$

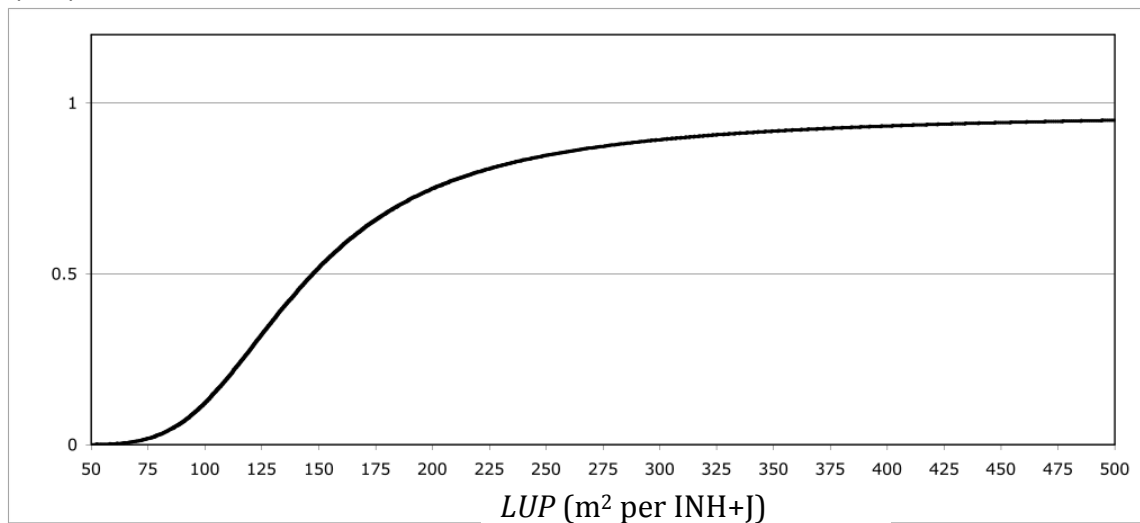


Fig. 1: Graph of weighting function for utilization density, $w_2(UD)$ (top) and, alternatively, land-uptake per person, $w_2(LUP)$ (below). (source: Schwick et al. 2012).

Question 2: What measures are being taken in other cities in Canada (or in the U.S.) to limit, stop, or reduce urban sprawl?

Response: I asked my colleague Dr. Craig Townsend to answer this question. His response is given on the next page.

I am also attaching pages 107-118 from the report "**Urban Sprawl in Europe**" of the European Environment Agency (2016), chapter "**4.3 Measures to control urban**

sprawl", and pages 87 - 93 from the book "**L'étalement urbain en Suisse - impossible à freiner?**", chapter "**8.2 Mesures concrètes visant à enrayer l'étalement urbain à l'avenir**" from the book by Schwick et al. (2012).

References:

European Environment Agency (EEA) and the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) (2016): *Urban sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report*. EEA Report No 11/2016. ISSN 1777-8449, ISBN 978-92-9213-738-0, doi:10.2800/143470. Luxembourg, Publications Office of the European Union. 135 pp. (+ *Annexes 1-5: Urban sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report*. 141 pp.) Available online:

<http://www.eea.europa.eu/publications/urban-sprawl-in-europe>

Schwick C., Jaeger J.A.G., Bertiller R., Kienast, F. (2012): *L'étalement urbain en Suisse – Impossible à freiner? Analyse quantitative de 1935 à 2002 et conséquences pour l'aménagement du territoire. / Urban sprawl in Switzerland – unstoppable? Quantitative Analysis 1935 – 2002 and implications for regional planning*. Zurich, Fondation Bristol; ISBN 978-3-258-07721-5. Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt-Verlag. 216 pp. and 4 maps.

MEMO: Government Actions to Limit Urban Sprawl in Canada 17 May 2017

By Dr. Craig Townsend, Associate Professor, Geography, Planning and Environment, Concordia University, Montreal

VANCOUVER

- **Agricultural Land Reserve** created by the Province of BC in 1973. Overseen by an independent commission that rarely allows removals, includes a considerable amount of Greater Vancouver land, which has high quality soils.
- Regional government (Metro Vancouver) created a 14,500 ha **regional parks system** including 23 regional parks, 3 regional park reserves, 2 ecological conservancy areas, and 5 regional greenways. The system exists, first and foremost, to protect the region's important natural areas and ecosystems. Within the context of natural area protection, the system provides opportunities for a growing and diverse population to connect with, enjoy, be active within and learn about the region's environment.
- Municipally-owned lands above the 1,200 foot contour line are **designated as Conservation and Recreation**.
- Metro Vancouver (2011) has a main goal of creating a "**compact urban area**" using three strategies:
 - **Contain urban development** within the "Urban Containment Boundary"
 - **Focus intensification** in mixed-use metropolitan core and suburban centres within walking distance of frequent transit
 - **Protect rural areas** from urban development.

TORONTO

- Province of Ontario in 2005 passed the **Greenbelt Act**, which gave the provincial government the power to delineate and control land uses within a Greenbelt under

jurisdiction of the Niagara Escarpment Plan and the Oak Ridges Moraine Conservation Plan. The Greenbelt Act requires regional and municipal official plans to comply with policies contained in provincial plans. Four **provincial land use plans** work together to **manage growth, build complete communities, curb sprawl and protect the natural environment** in Ontario's Greater Golden Horseshoe region: the Growth Plan for the Greater Golden Horseshoe, 2006, the Greenbelt Plan (2005), the Oak Ridges Moraine Conservation Plan (2002), and the Niagara Escarpment Plan (2005) (Ontario, 2006).

- Province of Ontario provides guidance to municipalities provide direction in two key areas: how and where communities grow in the Greater Golden Horseshoe, and what environmentally-significant and agricultural lands must be protected (Tomalty, 2015). Ontario requires municipalities to emphasize intensification inside the already built-up area rather than greenfield lands, and in designated urban centres.

OTTAWA

- **Greenbelt** created by Government of Canada in the 1950s. Owned and managed by National Capital Commission (NCC).
- First regional municipality plan approved 1974: “**concentrated development** in a few areas outside the greenbelt and good-quality transit to reduce automobile dependency” (Tomalty and Mallach, 2015, p. 116).
- 2017-2067 Greenbelt plans: “... allow soft or low-impact recreational or community garden uses for adjacent neighbourhoods, provided they do not affect the **ecological integrity** of the Greenbelt or result in the loss of **productive farm soils** over the long term. The NCC will work with the City of Ottawa, conservation agencies and other private or public sector partners to **develop ecological linkages from the Greenbelt to broader ecological networks.**” (NCC, 2016, p. 83).

References

Tomalty, Ray. (2015). *Farmland at risk: How better land use planning could help ensure a healthy future for agriculture in the Greater Golden Horseshoe*. Ontario Federation of Agriculture and Environmental Defence.

www.environmentaldefence.ca/FarmlandAtRisk

Tomalty, Ray, and Mallach, Alan. (2015). *America's Urban Future: Lessons from North of the Border*. Washington DC: Island Press.

Metro Vancouver (2011). *Metro Vancouver 2040: Shaping Our Future*. Regional Growth Strategy Bylaw No.1136, 2010 Adopted by the Greater Vancouver Regional District Board on July 29, 2011. <http://www.metrovancouver.org/services/regional-planning/metro-vancouver-2040/Pages/default.aspx>

National Capital Commission. (2016). *The Plan for Canada's Capital 2017-2067*. Ottawa: National Capital Commission. <http://ncc-ccn.gc.ca/documents/plan-for-canadas-capital-2017-2067-public-consultation-report-summer-2016>

Ontario. (2006). *Growth Plan for the Greater Golden Horseshoe*. Toronto: Ministry of Public Infrastructure Renewal.

https://placestogrow.ca/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=14

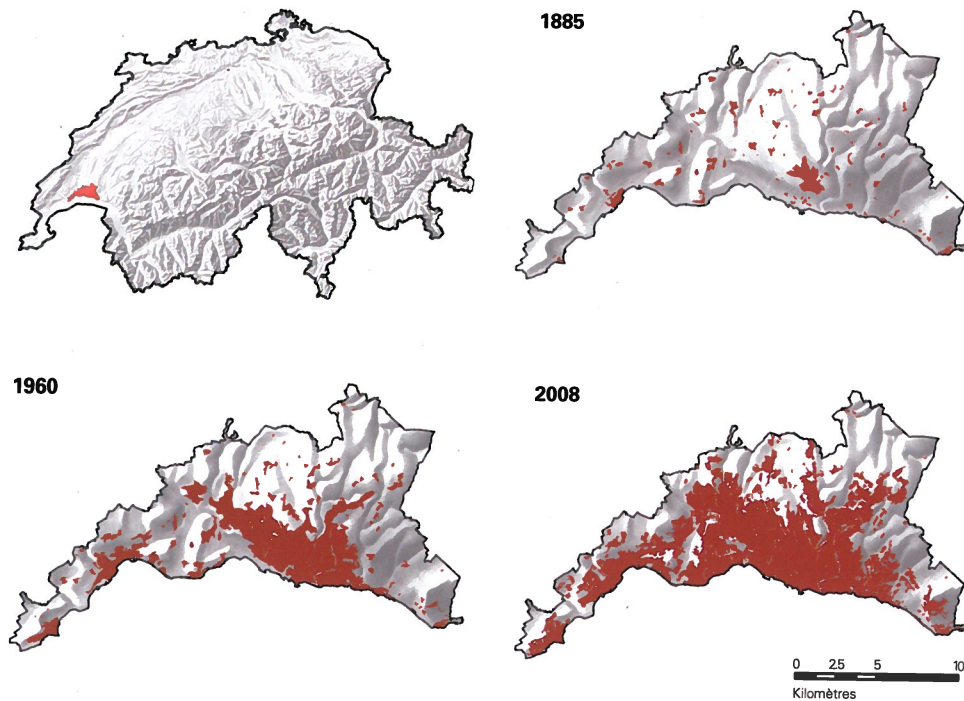


Fig. 45. Évolution des zones bâties dans la région de Lausanne entre 1885 et 2008.

d'endiguer efficacement l'étalement urbain jusqu'à présent (MÜLLER-JENTSCH et RÜHLI 2010), et la présidente de la Confédération Doris Leuthard ainsi que la chancelière de la Confédération Corina Casanova en concluent que «l'étalement urbain du paysage et la destruction des terres agricoles sont des problèmes non résolus de l'aménagement du territoire» (LEUTHARD et CASANOVA 2010). Une raison importante justifiant ce constat est que l'étalement urbain se voit renforcé par de faux incitatifs. En effet, l'application insuffisante du principe pollueur-payeur dans l'imputation des coûts de viabilisation des nouveaux édifices, une internalisation insuffisante des coûts externes pour les transports publics et privés, et le manque d'imposition conséquente lorsqu'il y a des augmentations de la valeur à la suite de mesures d'aménagement, de viabilisation et d'infrastructure envoient de mauvais signaux et rendent la construction en campagne démesurément attrayante (FREY et ZIMMERMANN 2005).

Les scénarios ont démontré que les facteurs suivants favorisaient le plus fortement la progression continue de l'étalement urbain:

1. Maintien d'une grande superficie bâtie ou d'une superficie croissante par habitant;
2. Augmentation du nombre d'habitants;
3. Développement extrêmement dispersé du milieu bâti;
4. Suburbanisation (migration de la population urbaine vers la périphérie);
5. Construction à l'extérieur des zones à bâtir;
6. Construction dans les zones protégées comme les sites IFP et les sites marécageux;
7. Mode de construction dispersé au lieu d'un mode de construction amoncelé;
8. Développement décentralisé au lieu d'un développement centralisé.

La diminution du besoin en superficie bâtie par habitant, la densification des zones bâties existantes (c'est-à-dire sans prolongation de leurs limites) et un ralentissement de la croissance démographique se révèlent donc les mesures les plus efficaces pour freiner le plus possible la progression de l'étalement urbain. Il en résulte l'ordre de priorités élémentaire suivant dans les mesures:

1. La mesure la plus efficace, donc la plus importante, consiste à éviter l'ajout de zones bâties supplémentaires. La construction dense est encore possible. Autrement dit, les zones bâties ne doivent plus s'étendre davantage.
2. Aux endroits où ce n'est pas envisageable, il faut viser le développement le plus concentré possible, c'est-à-dire ne pas établir de nouvelles zones bâties ni construire de bâtiments individuels à l'extérieur des zones à bâtir, mais plutôt construire à l'intérieur des zones à bâtir aux endroits où la dispersion est faible (par ex., en bordure du milieu bâti existant et sur les terrains vagues).
3. Lorsque cela non plus n'est pas possible, les nouvelles zones bâties et les nouveaux bâtiments individuels indispensables doivent au moins ne pas se trouver dans les paysages à protéger (sites IFP, sites marécageux, corridors faunistiques, etc.). De plus, les nouveaux bâtiments construits à l'extérieur de ces sites devraient se trouver exclusivement à l'intérieur des zones à bâtir désignées.
4. La superficie et la position des zones à bâtir doivent être considérées en fonction des points 2 et 3. Cette superficie doit être limitée efficacement à long terme et réduite dans la mesure du possible.

Nous jugeons plus exactement les mesures suivantes appropriées afin de freiner la progression de l'étalement urbain, voire de l'arrêter complètement. Dans beaucoup de régions, ces mesures permettraient même de réduire l'étalement urbain.

8.2 Mesures concrètes visant à enrayer l'étalement urbain à l'avenir

Les onze mesures suivantes se rapportent directement aux résultats des chapitres 3 à 5, aux scénarios du chapitre 6 et aux mesures *PU*, *DIS*, *DU* et *PUP*.

- 1. Densification des zones bâties existantes:** La mesure centrale qui satisfait le mieux à l'objectif de la gestion durable consiste à éviter la construction de zones supplémentaires. Les zones bâties ne s'étendent plus. La construction dense dans des zones bâties fermées y est encore possible. Les valeurs de *PU* et de *DIS* demeurent égales, et la densité d'utilisation s'améliore lorsque le nombre d'habitants augmente. *PUP* diminue en conséquence. Cela correspond à la compréhension intuitive selon laquelle les centres-villes densément bâtis ne sont pas considérés comme «mités». Pour favoriser l'utilisation à d'autres fins des friches industrielles et des terrains bâtis mal utilisés (recyclage des zones), il faudrait instaurer un moratoire sur l'extension des zones bâties pour une période de dix ans ou plus. Cette mesure mènerait à l'augmentation de la valeur des friches industrielles, des autres bâtiments vacants et des zones sous-utilisées. Le moratoire devrait demeurer en vigueur jusqu'à ce que les possibilités de recyclage des zones aient été épuisées.

2. Arrêt de la croissance dispersée des zones bâties: Cette mesure signifie que la construction de nouvelles zones bâties et de nouveaux bâtiments individuels dans le paysage vierge n'est pas autorisée. Ces zones et bâtiments doivent plutôt s'insérer dans les terrains non construits du milieu bâti existant ou le long de celui-ci et, préféralement, à des endroits où la dispersion est faible (développement amoncelé des zones bâties). Il conviendrait dorénavant de comparer les modifications survenant dans les valeurs de la prolifération urbaine pondérée, de la dispersion et de la densité d'utilisation selon divers scénarios au moment de désigner et d'octroyer les zones à bâtir. Les valeurs de la dispersion peuvent être calculées de deux manières: 1) la valeur de *DIS* à l'intérieur d'une zone donnée (par ex., dans un district ou dans une commune) lorsqu'une zone est construite; et 2) la valeur de *DIS* dans les nouveaux emplacements potentiels envisagés comme zones bâties (nous pouvons déterminer *DIS* pour chaque point dans le paysage en supposant qu'il y ait construction en ce point). En outre, il conviendrait de comparer les valeurs de la prolifération urbaine pondérée et de la dispersion selon différents scénarios.

3. Protection efficace des espaces libres de construction: Les quelques zones qui ne sont pas encore mitées ou le sont très faiblement doivent être efficacement protégées contre le développement des zones bâties. Ces espaces incluent (la liste qui suit ne prétend pas être exhaustive) les sites IFP, les espaces non morcelés, les espaces à faible circulation, les espaces à faible degré de mitage, les sites naturels à l'écart des axes routiers, les sites marécageux, les réserves de biosphère, les paysages sensibles à l'étalement urbain, les ceintures vertes et les corridors faunistiques. À l'instant des forêts, les terres agricoles qui subsistent doivent tout particulièrement être protégées. Les sites IFP sont si précieux qu'ils devraient être généralement protégés de toute construction additionnelle (aucune extension des zones bâties autorisée et aucune zone à bâtir à l'extérieur des zones bâties existantes), d'autant plus que le but principal de l'Inventaire IFP consiste à les «conserver dans leur intégralité». Les valeurs de la prolifération urbaine pondérée illustrent certes que le mitage a progressé plus lentement dans les sites IFP qu'à l'extérieur de ceux-ci, mais nous devons toutefois juger ces progressions comme fortes. Il faut particulièrement faire attention aux régions où l'étalement urbain est encore faible puisqu'un petit nombre de bâtiments peut y causer une aggravation marquée de la situation. C'est pour cette raison qu'une interruption des travaux dans ces zones est la mesure la plus sensée.

Il y a un très bon exemple de préservation des sites naturels à l'écart des axes routiers dans le canton de Berne. La préservation de ces sites constitue un objectif explicite dans la conception cantonale d'évolution du paysage (objectif cantonal CEP 10; Conseil-exécutif du canton de Berne, 1998). Le canton de Zoug constitue un exemple positif digne d'attention qui illustre l'efficacité des zones protégées. Les sites IFP forment 34,1 pour cent de la superficie de ce canton, qui a de très bonnes valeurs d'étalement urbain comparativement à d'autres cantons et districts du Plateau. Par ailleurs, le plan directeur cantonal de Zoug contient des lignes de démarcation du milieu bâti qui contribuent à la densification des zones bâties existantes.

4. Ménager les zones sensibles à l'étalement urbain: Une prudence extrême s'impose également dans les régions qui se révèlent particulièrement sensibles à l'étalement urbain, par exemple où les structures des zones bâties historiques peuvent facilement être envahies. À titre d'exemple, on compte parmi celles-ci les zones d'habitat dispersé et les espaces en bordure des vallées (c'est-à-dire les versants), mais aussi les sites IFP

déjà recensés et les sites naturels à l'écart des axes routiers. Aux endroits où la dispersion est forte, un nombre relativement petit de nouveaux bâtiments peut provoquer une forte détérioration de la situation. Une interruption des travaux dans ces zones est la mesure la plus sensée. Afin d'identifier les zones dont la sensibilité va en croissant, il est très intéressant de comparer les données à différents moments dans le temps.

5. Délimitation des zones bâties: La délimitation des zones bâties au moyen de lignes de démarcation, la désignation de ceintures vertes et les mesures favorisant le développement du milieu bâti vers l'intérieur dans l'établissement des plans directeurs et des plans d'affectation contribuent énormément au maintien d'espaces vierges dans le paysage (GENNAIO *et al.* 2009). De plus, les ceintures vertes sont importantes pour la migration des animaux (particulièrement lorsqu'on y retrouve des corridors faunistiques), de même que pour la lisibilité du paysage. En revanche, la fusion des milieux bâtis mène à la création de barrières infranchissables pour la faune et rend les limites d'un lieu méconnaissables.

6. Respect de la loi exigeant la construction à l'intérieur des zones à bâtir: La construction à l'extérieur des zones à bâtir contribue énormément à l'étalement urbain et représente une grande menace au développement durable du paysage en Suisse. De telles constructions empirent tout particulièrement la valeur de la dispersion et, en règle générale, celle de la densité d'utilisation également. Pour en savoir plus sur les conséquences du remplissage des zones à bâtir actuellement désignées, prenez connaissance des résultats projetés pour 2030 dans les scénarios du projet PNR-54 intitulé «Scénarios de développement durable de l'urbanisation et des infrastructures en Suisse (2005–2030)» (PERLIK *et al.* 2008; WISSEN HAYEK *et al.* 2011).

7. Limitation de la superficie totale des zones à bâtir: S'il s'avère impossible d'éviter la croissance des zones bâties (mesure 1), la limitation de la superficie totale des zones à bâtir pendant une période donnée devient alors une mesure très sensée. C'est ce que l'Initiative pour le paysage a proposé pour une période de 20 ans et qu'elle désire actuellement faire adopter par voie de scrutin. Les auteurs de la présente étude se prononcent clairement en faveur de l'application de cette proposition. Vu la nécessité d'agir de plus en plus pressante, cette proposition doit toutefois être perçue comme une intervention relativement modérée, qui doit être complétée par d'autres mesures. Elle n'est pas suffisante à elle seule.

Les trois mesures suivantes se rapportent à la collaboration entre plusieurs communes ou cantons et à l'établissement d'objectifs pour l'avenir:

8. Aménagement interrégional: La concurrence contre-productive que se livrent les communes et les cantons pour les emplois, les contribuables et les habitants contribue énormément à l'étalement urbain (fig. 46). Pour remédier à ce problème, un aménagement interrégional est nécessaire afin, par exemple, de restreindre au strict minimum le nombre et la superficie des zones industrielles et des quartiers résidentiels et de maintenir leur degré de dispersion le plus bas possible. De tels efforts régionaux visant à limiter l'étalement urbain grâce à la collaboration entre communes et cantons pourraient faire l'objet de plans interrégionaux, où ils seraient encore mieux coordonnés et consolidés. À titre d'exemple, le canton de Zurich emploie la ligne directrice suivante relativement à son développement territorial futur: «4) La collaboration transfrontalière dans la

réalisation d'activités touchant un vaste territoire doit être intensifiée et favorisée à tous les niveaux (communes, régions, cantons voisins et autres pays). Elle doit aussi de plus en plus comprendre le dimensionnement et l'aménagement des zones à bâtir, des zones libres de construction et des zones de délasserment» (Rapport d'aménagement territorial de Zurich, 2009: 8).

9. Établissement de valeurs cibles, de valeurs limites et de valeurs indicatives pour l'étalement urbain: La formulation de valeurs cibles, de valeurs limites et de valeurs indicatives à titre de principe directeur régissant le développement futur d'une ressource limitée et son utilisation constitue un important point de départ incitant à l'action. Or, la détermination de valeurs limites en matière d'étalement urbain n'est certes pas une sinécure. Toutefois, les mêmes problèmes ont été surmontés dans d'autres domaines environnementaux, ce qui nous porte à croire que la réussite de cette entreprise demeure chose possible. Des valeurs limites devraient être déterminées dans un processus décisionnel politique sur la base de données scientifiques. Des valeurs cibles ont déjà été proposées pour le milieu bâti dans le cadre de la stratégie «Paysage 2020»

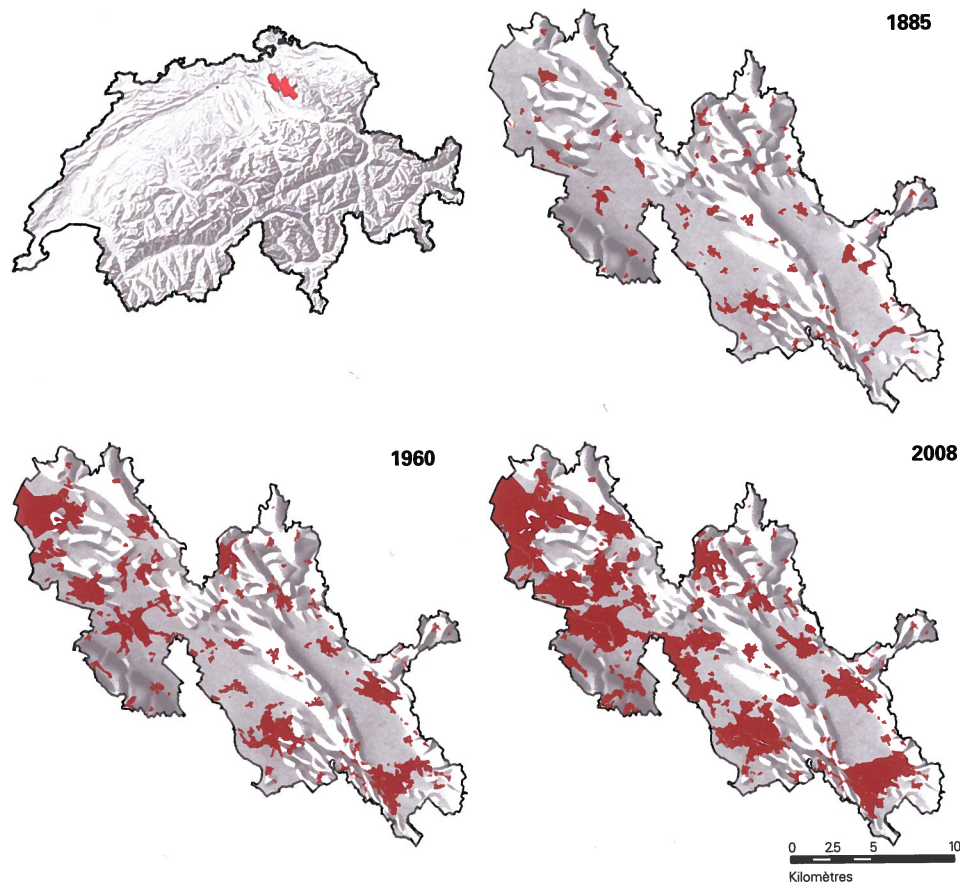


Fig. 46. Évolution des zones bâties dans la région de Glatttal/Wetzikon entre 1885 et 2008.

de la division Nature et paysage de l'Office fédéral de l'environnement (STREMLOW *et al.* 2003). Les auteurs de la présente étude approuvent la valeur limite proposée de 400 m² par personne par le Conseil fédéral à l'égard de l'occupation du territoire par habitant. Cette valeur constitue une excellente base de discussion. Cela dit, elle devrait probablement être plus basse si le nombre d'habitants continue d'augmenter et elle devrait être revue à la baisse en conséquence au fil des années. Cela favorise un mode de construction plus dense. Les valeurs cibles avancées dans la section portant sur l'urbanisation du rapport «Paysage 2020» et la proposition de valeurs limites du Conseil fédéral sont certes pertinentes pour la thématique de l'étalement urbain, mais elles ne rendent pas encore compte du phénomène à sa juste valeur. C'est pourquoi les auteurs de la présente étude proposent l'établissement de nouvelles valeurs cibles, valeurs limites et valeurs indicatives fondées sur les nouvelles mesures de l'étalement urbain. Ces valeurs devraient être différentes d'une région à l'autre et se rapporter aux types de collectivité, aux conditions naturelles de l'environnement et au développement historique. À titre d'exemple, les valeurs limites et les valeurs indicatives devraient être plus strictes à l'intérieur des sites IFP qu'à l'extérieur de ceux-ci. Les valeurs cibles, les valeurs limites et les valeurs indicatives peuvent être subdivisées dans les trois catégories suivantes selon le type d'espace:

- Zones prioritaires pour les vastes espaces non mités, où la progression de l'étalement urbain n'est pas autorisée et où l'on accorde la priorité au démantèlement des bâtiments qui ne sont plus utilisés;
- Spécification de valeurs cibles et de valeurs indicatives pour les zones rurales;
- Progression de l'étalement urbain tolérée jusqu'à un certain degré dans les espaces à forte concentration urbaine ou le long des axes de développement, où la densification doit être pratiquée le plus possible afin que ces zones bâties perdent leur aspect de «zones mitées» (forte densité d'utilisation et aspect de ville).

Par ailleurs, des valeurs seuils fondées sur les données recueillies pourraient être fixées et servir de système de pré-alerte. Pour d'autres propositions sur l'établissement de valeurs cibles, de valeurs limites et de valeurs indicatives, référez-vous à BERTILLER *et al.* (2007: 113-115).

10. Aménagement à long terme du milieu bâti fondé sur des principes directeurs pour le paysage: Nous devrions établir des objectifs à long terme pour l'aménagement de systèmes de zones bâties et de transports durables et en dégager des scénarios afin de planifier les transformations nécessaires à cet égard. L'aménagement du milieu bâti et des transports devraient petit à petit passer d'un modèle axé sur la demande à un modèle axé sur des objectifs. Les premières réflexions se rapportant à de tels scénarios de restructuration nous sont venues de BACCINI et OSWALD (1998) et concernaient une région urbaine du Plateau suisse donnée en exemple (Olten-Zofingue). La reprise de réflexions de cet ordre semble tout indiquée dans le projet de territoire Suisse en cours, dans la stratégie en matière de développement durable du Conseil fédéral et dans la révision du plan sectoriel des transports. Les principes directeurs pour le paysage constituent des bases solides à cet égard (RODEWALD 2008). C'est pour cette raison que nous devons formuler des principes directeurs concrets pour le paysage, y compris la désignation d'espaces libres de construction et de zones prioritaires pour le démantèlement des bâtiments inutiles et des constructions morcelant le paysage. L'établissement de valeurs de référence ou de valeurs cibles en matière d'étalement urbain et de morcellement du paysage est tout indiqué afin de concrétiser ces principes directeurs et de vérifier leur mise en application (mesure 9). Les espaces faible-

ment mités pourraient être recensés, décrits et protégés par le biais d'un inventaire. À moyen terme, il faudrait aller de l'avant avec le développement de concepts en vue d'un système de milieu bâti et de transport remanié, qui n'est pas basé sur les ressources d'énergie fossile (ce qui s'avère indispensable et inévitable à moyen terme). Les scénarios prouvent que les mesures proposées sont susceptibles de réprimer de façon importante les tendances non désirables. L'application de ces mesures est actuellement essentielle: plus longtemps elle est retardée, plus la Suisse s'éloigne rapidement de l'objectif de la gestion durable.

11. Mesures relatives au morcellement du paysage :

- a) Tracé des routes de contournement à proximité des zones bâties existantes: Nous savons par expérience que les nouvelles routes de contournement constituent le point de départ de nouvelles zones bâties à court ou à long terme, même si cela était explicitement exclu dans l'aménagement initial. Afin de contrer ce problème, le choix d'un tracé judicieux pour les routes de contournement et autres voies de communication, c'est-à-dire un tracé qui place ces routes aussi près que possible des zones bâties existantes, contribue indirectement à l'enrayement de l'étalement urbain. En outre, cette mesure diminue le morcellement du paysage (BERTILLER *et al.* 2007). Généralement, cette mesure vise à conserver de grands espaces non construits servant d'espaces de délasserment aux êtres humains ou encore de biotopes à la faune.
- b) Regroupement des voies de communication: Plus les voies de communications sont regroupées, c'est-à-dire plus elles sont construites près les unes des autres, plus les zones non morcelées qui subsistent sont grandes. Supposons qu'il y ait déjà une ligne ferroviaire, il convient alors de planifier le tracé d'une nouvelle route aussi près que possible de la voie de communication existante et parallèlement à celle-ci. Les chemins agricoles devraient également être regroupés. De cette manière, il demeure plus probable de conserver de grandes zones libres de construction.
- c) Démantèlement des voies de communication qui ne sont plus absolument nécessaires: Le démantèlement des voies de communication favorise indirectement l'enrayement de l'étalement urbain, car il diminue la probabilité que de nouveaux bâtiments soient érigés le long du tracé de la voie de communication.

Hormis ces onze mesures, il existe une série d'autres moyens de régulation de la consommation du paysage. On peut penser, par exemple, aux moyens qui s'attaquent aux causes de l'étalement urbain. Une mesure très importante est l'imposition de la plus-value lors du classement des zones à bâtir. La littérature scientifique traitant de l'aménagement territorial aborde ces mesures (par ex., B. BENGSTON *et al.* 2004). Celles-ci comprennent 1) les instruments régulateurs (droit normatif), 2) les instruments de planification, 3) les instruments axés sur les incitatifs (économiques), 4) les instruments participatifs et de collaboration, et 5) les instruments informatifs et de sensibilisation (Conseil du développement durable du gouvernement de Bade-Wurtemberg, 2004). Vous en trouverez un aperçu dans le tableau 3.

Tab. 3. Estimation de l'effet potentiel sur l'étalement urbain d'autres instruments proposés dans la littérature. Légende: - aucune influence, + petite influence, ++ moyenne influence, +++ grande influence.

Instrument proposé		Estimation de l'effet potentiel de l'instrument sur:	
Type d'instrument	Instrument	la consommation du paysage par le milieu bâti	la répartition spatiale (dispersion) des zones bâties
Instruments régulateurs	Loi sur l'aménagement du territoire (LAT): séparation entre les zones constructibles et les zones non constructibles	+	+++
	Inventaire IFP	-	+++
	Protection des terres agricoles (semblable à la protection des forêts)	+++	++
	Aucune déduction fiscale pour les déplacements entre domicile et lieu de travail	-	+
	Reconnaissance des espaces non morcelés, à faible circulation ou à faible mitage comme espaces protégés	++	+
Instruments de planification	Plans directeurs cantonaux	++	+++
	Plans d'affectation communaux	++	+++
	Établissement de valeurs indicatives et de valeurs limites en matière d'étalement urbain	+++	+++
	Limitation de la superficie bâtie par habitant (selon la proposition du Conseil fédéral) à 400 m ² (ou à une valeur inférieure si le nombre d'habitants continue à augmenter)	++	-
	Mise en place de l'Évaluation environnementale stratégique (EES)	+	++
	Aménagement interrégional	++	++
Instruments axés sur les incitatifs (économiques)	«Certificats d'étalement urbain»	++	-
	«Redevance sur l'étalement urbain»	+	++
	Imposition de la plus-value lors du classement des zones à bâtir	+++	+
	Redevance sur l'imperméabilisation des sols	+	-
	Redevance sur la viabilisation des terrains selon le principe pollueur-payeur	+	++
	Concours récompensant les efforts particuliers visant à protéger la nature	+	+
Instruments participatifs et coopératifs	Conception d'évolution du paysage	+	+
	Agenda 21 local	+	+
Instruments informatifs et de sensibilisation	Campagne contre la consommation du paysage et l'étalement urbain	+	+
	Campagne visant à modifier la culture d'habitation	+	-

8.3 Utilisation des résultats dans l'observation du territoire et du paysage

L'observation du territoire et du paysage vise à répertorier, à documenter et à mieux comprendre les modifications du paysage (fig. 47). Le degré d'étalement urbain et les conséquences de ce phénomène en font partie. Les séries chronologiques relatives à l'indicateur «Prolifération urbaine pondérée» au niveau fédéral seront intégrées aux systèmes d'observation existants, soit l'OPS (Observation du paysage suisse), l'observation du territoire, le système MONET (système d'indicateurs dédié au monitoring du développement durable en Suisse) et le NUD (Réseau suisse de données environnementales). Les données disponibles sur l'étalement urbain figurent déjà dans le Mémento statistique de la Suisse de l'OFS (L'environnement suisse: Statistique de poche, OFS, 2008 et 2009) et le Rapport d'état Paysage (ROTH *et al.* 2010).

En outre, il serait pertinent d'indiquer les mesures de *DIS* et *DU* afin d'attirer davantage l'attention sur la dispersion des zones bâties et sur la densité d'utilisation.

Il y aurait lieu d'ajouter à intervalles réguliers (par ex., à intervalles de 3 à 6 ans) de nouvelles données à la série présentée ici et de compléter les données de 1885 (comme c'est le cas pour le degré de morcellement du paysage, BERTILLER *et al.* 2007, JAEGER *et al.* 2007a,

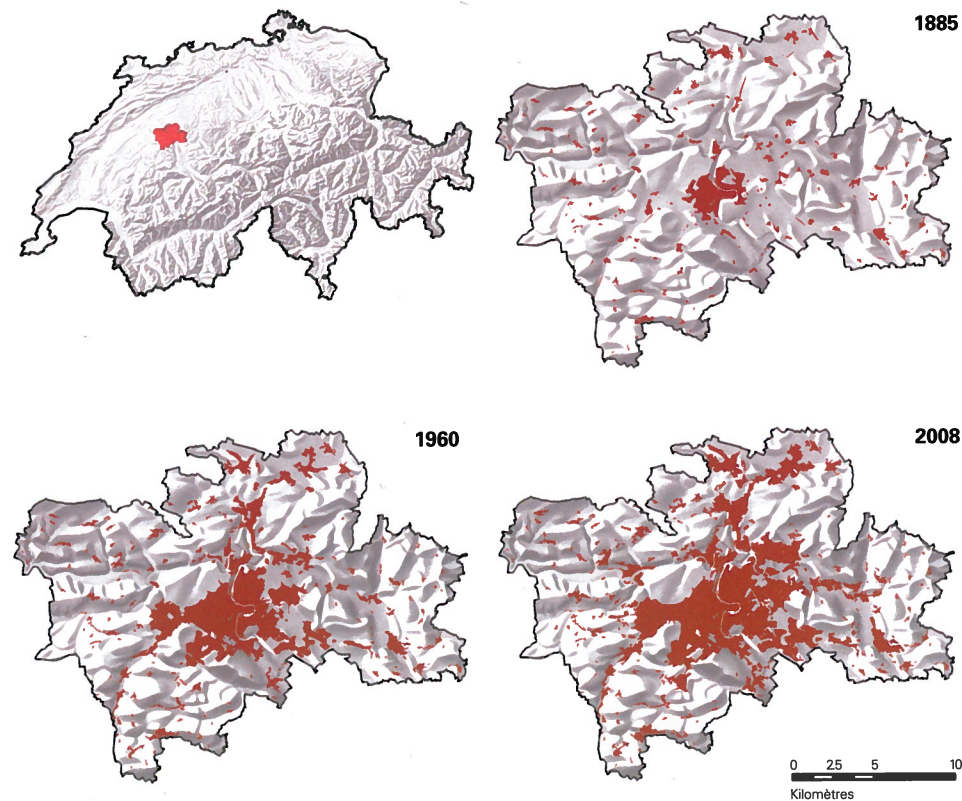


Fig. 47. Évolution des zones bâties dans la région de Berne entre 1885 et 2008.

2008a). Cette entreprise demanderait relativement peu d'efforts grâce à la base de données numérique actualisée périodiquement (VECTOR25 et le nouveau modèle topographique du paysage MTP) et au relevé continu, basé sur les registres, du nombre d'habitants.

L'utilisation des données aura aussi son importance au niveau cantonal. L'ajout de l'indicateur de la prolifération urbaine pondérée aux rapports environnementaux et aux systèmes de monitoring cantonaux s'impose pour l'application du développement territorial. À l'aide des présentes données sur l'étalement urbain, il serait possible de vérifier l'efficacité des mesures cantonales et nationales visant à le contrer. Nous pourrions ainsi vérifier s'il y a respect des postulats énoncés et atteinte des objectifs fixés (voir l'encadré). L'évaluation de l'efficacité de l'Inventaire IFP et des sites marécageux protégés contre

Utilisation de la méthode comme instrument d'analyse

La méthode de mesure de la prolifération urbaine pondérée, de la perméation urbaine, de la dispersion et de la densité d'utilisation peut être utilisée à tous les niveaux, par exemple au niveau cantonal, comme instrument d'analyse sur le terrain aux fins suivantes:

1. Données quantitatives sur la vitesse de transformation du paysage depuis 1935: On peut entrer les valeurs de *PUP*, *PU*, *DIS* et *DU* calculées pour de petites régions (par exemple des communes) dans un diagramme et les comparer aux valeurs de leur canton ou district respectif. Les données quantitatives se révèlent importantes à différents égards, notamment les comparaisons dans le temps et dans l'espace, la documentation de la transformation du paysage, le monitoring du paysage, l'identification de changements dans les tendances et l'établissement d'objectifs vérifiables (par ex., la détermination de valeurs maximales de *PUP*, *PU*, *DIS* et *DU* permises pour des qualités de délassement données ou pour la conservation du caractère des paysages). Lorsque l'on compare différentes régions, il faut tenir compte des différences qui existent dans leur environnement naturel.
2. Les données quantitatives relatives au développement projeté indiquent dans quelle mesure les zones bâties planifiées au cours des prochaines décennies (ou plutôt la construction projetée dans les zones à bâtir) feront augmenter le degré d'étalement urbain, c'est-à-dire une valeur que l'on peut comparer, par exemple, à l'évolution du phénomène jusqu'à présent. Cela inclut les effets cumulatifs de plusieurs zones bâties.
3. Il serait aussi intéressant de comparer le degré de mitage des régions par rapport à leur productivité économique, ce qui permettrait de déterminer dans quelles régions la croissance économique va de pair avec la progression de l'étalement urbain et dans quelles régions on peut la décorréler du degré d'étalement urbain.
4. La nouvelle méthode permet de formuler des propositions concrètes pour le démantèlement de bâtiments ou de zones bâties dans des régions sensibles. Ces propositions sont susceptibles d'avoir une incidence très positive sur la diminution du mitage et sur les mesures de *PUP*, *PU*, *DIS* et *DU* (par exemple, dans les zones présentant un intérêt sur le plan agricole ou écologique et dans les zones où la population décroît).
5. Il conviendrait de comparer différents scénarios d'aménagement en vue du classement, du zonage et du déclassé des zones à bâtir en tenant compte de leur incidence sur l'étalement urbain et sur les mesures de *PUP*, *PU*, *DIS* et *DU*. Les valeurs résultantes devraient être considérées dans le processus de désignation des zones à bâtir. Il est aussi important de ne pas examiner les plans d'aménagement individuellement, mais de prendre en compte les effets cumulatifs des projets planifiés dans leur ensemble. La méthode se prête à l'établissement de bilans portant sur les nouvelles zones bâties et sur les efforts de démantèlement en matière d'étalement urbain (c'est-à-dire prise en compte de la superficie bâtie, mais aussi de la disposition spatiale et de la densité d'utilisation).

l'étalement urbain (section 5.4) constitue, par exemple, une manière de procéder à l'évaluation des sites protégés. Ensuite, il serait souhaitable de procéder à l'interprétation approfondie des données pour chaque canton et chaque commune en ce qui concerne les fonctions et la sensibilité des paysages (par ex., les espaces non mités ou faiblement mités présentant un intérêt régional, les espaces sensibles à l'étalement urbain, les zones prioritaires pour le démantèlement, la comparaison de ces espaces avec les sites IFP, etc.).

La grande force de la méthode proposée pour mesurer le mitage du paysage réside dans son aspect quantitatif. À une époque où les déclarations quantitatives ont souvent plus de poids que leurs contreparties qualitatives, il s'agit d'une condition préalable indispensable si l'on veut donner à la question de l'étalement urbain toute la considération qu'elle exige. Cela dit, une approche quantitative comporte sa part de dangers. Le recours à des mesures quantitatives ne devrait pas avoir pour but le remplacement de perceptions qualitatives, comme l'aspect du paysage ou de celui de zones bâties, par des données quantitatives. Ces dernières servent cependant à étayer les observations qualitatives. Par exemple, on peut les utiliser pour signaler que l'hétérogénéité dans un paysage a augmenté d'une quantité donnée. Les considérations qualitatives constituent la base. Les données quantitatives servent à les prouver, voire à les préciser en partie, mais elles ne les remplaceront jamais (similaire à NEEF 1981, JAEGER et BERTILLER 2006). En outre, les considérations qualitatives fixent aussi les limites dans lesquelles l'application de mesures quantitatives demeure raisonnable.

8.4 Étalement urbain ou développement durable?

En vue d'une discussion constructive sur la question de l'étalement urbain, la représentation du problème en chiffres semble une importante condition préalable, car elle rend le problème plus facile à cerner. De plus, elle sert à prouver l'évolution dans le temps et les changements observés dans les tendances par des données. Les nouvelles mesures de l'étalement urbain se sont révélées fort appropriées à cet égard.

La prolifération urbaine pondérée en Suisse a augmenté de 155 pour cent entre 1935 et 2002 et a doublé entre 1951 et 2002. Les structures bâties historiques, comme celles dans les zones d'habitat dispersé ou dans les vallées alpines (fig. 48), font de plus en plus face au problème de l'étalement urbain et ont perdu leur identité en grande partie. Les conséquences sont alarmantes.

Le sol est une ressource limitée, dont la perte ou destruction est irréversible (du moins dans un laps de temps envisageable par rapport à la durée de vie de l'homme). Une fois les réserves d'énergie fossile épuisées ou impossibles à consommer en raison de la grande menace que présente le réchauffement climatique, la capacité d'un paysage à approvisionner en ressources un nombre donné de personnes de façon durable s'amointrira (régression de la capacité de charge). L'approvisionnement en énergie renouvelable exigera à l'avenir de grandes étendues de terre, et la production vivrière requiert des terres arables et des prés aux sols appropriés. De surcroît, l'homme revendique la terre à des fins résidentielles, industrielles et routières, en plus de se l'approprier comme décharges et sites de récréation. Autrement dit, nous faisons face à trois types de demandes concurrentes pour la terre et le sol. C'est pour cette raison que HABER (2007) a nommé ces demandes croissantes les trois principaux «pièges écologiques» qui menacent probablement plus que tout autre problème environnemental pris de façon isolée l'humanité dans l'immédiat. Bien que l'homme soit capable de s'adapter, au moins jusqu'à un certain degré, aux autres problèmes environnementaux, aucune adaptation n'est possible lorsqu'il s'agit de ces trois

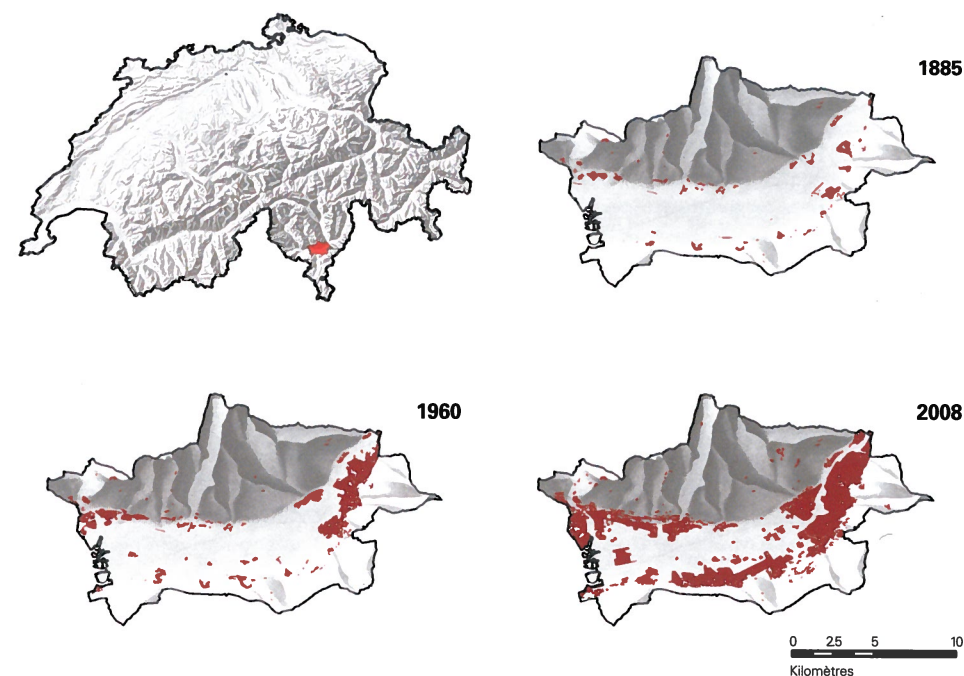


Fig. 48. Évolution des zones bâties dans la plaine de Magadino entre 1885 et 2008.

pièges écologiques. La demande en espace, en nourriture et en énergie ne peut être contournée par quelque forme d'adaptation que ce soit, surtout si cette demande continue d'augmenter. Si les efforts déployés à l'heure actuelle et à l'avenir pour le développement durable font abstraction de ces trois pièges écologiques, ils n'atteindront pas les objectifs visés. C'est le message fondamental que véhicule la notion de «capacité de charge». À titre d'avertissement, Haber fait remarquer pour ces raisons que la terre et les sols fertiles continuent de se raréfier à un taux alarmant, mais que leur raréfaction est encore sous-estimée. C'est pourquoi il est nécessaire de déployer des efforts beaucoup plus importants que tout ce qui s'est fait jusqu'à maintenant pour conserver la terre et le sol et les utiliser de façon mesurée. De plus, ces efforts doivent se fonder sur des connaissances écologiques fiables, sur le monitoring et sur la planification (HABER 2007).

Dans cette optique, la conservation des terres cultivées constitue un objectif particulièrement important à long terme pour le développement durable. Or, tous les scénarios étudiés vont à l'encontre de cet objectif à divers degrés et, par le fait même, ne respectent pas les principes du développement durable. Ils incluent tous une diminution des terres agricoles, qui s'accompagne d'une diminution de la capacité de charge de la Suisse. Selon les principes du développement durable, la conséquence logique serait donc de stopper la croissance des zones bâties (à l'intérieur et à l'extérieur des zones à bâtir) et de partiellement démanteler les zones bâties situées dans des espaces présentant un intérêt sur le plan écologique ou sur le plan agricole. D'une part, il convient d'appliquer et de suivre les règlements existants en matière d'aménagement du territoire de façon plus conséquente que jusqu'à présent. D'autre part, un renforcement de l'aménagement du territoire s'im-

pose à tous les niveaux. Des conditions juridiques visant à limiter l'étalement urbain sont nécessaires à titre de cadre de référence pour toutes les parties concernées afin d'instaurer une sécurité juridique, de mettre fin à la concurrence contre-productive entre les communes qui se disputent emplois, contribuables et habitants et de susciter une plus grande collaboration favorisant le développement durable.

L'atteinte de ces objectifs passe obligatoirement par la bonne combinaison de mesures. Dans certains cas, une seule mesure peut suffire, dans d'autres, il faut en combiner plusieurs. Il convient de considérer chaque type de territoire séparément, car chacun d'entre eux exige un ensemble de mesures différent.

Prenons la région du centre du Plateau suisse à titre d'exemple (section 4.4). Une planification en collaboration avec les communes des cantons d'Argovie, de Soleure et de Lucerne y est nécessaire. Par ailleurs, il faudrait y déclasser les zones à bâtir encore vides et y diminuer la dispersion. En outre, la densification des zones bâties existantes y revêt une importance capitale.

Ces réflexions démontrent le bien-fondé de recherches approfondies dans chaque commune afin de formuler des recommandations sur les mesures à prendre (combinaison de mesures appropriées) et à intégrer aux plans directeurs cantonaux en vue d'une application obligatoire.

Si les mesures proposées sont combinées adéquatement et appliquées conséquemment de façon à ce que les valeurs limites, les valeurs indicatives et les valeurs cibles soient respectées, cette approche aura un effet très positif sur le milieu bâti en Suisse. Les limites entre les zones bâties et les zones non bâties seront de nouveau reconnaissables. Les bordures des zones bâties seront, selon les conditions topographiques, plutôt arrondies (et non effilochées). Le rapport entre le nombre de bâtiments à l'intérieur des zones bâties et celui à l'extérieur de celles-ci augmentera. À l'intérieur des zones bâties, les friches industrielles et les zones à bâtir inutilisées seront densément construites, s'il y a lieu. Le milieu bâti sera, de façon générale, plus dense, ce qui confèrera aux espaces peu peuplés un caractère urbain plus prononcé. La relocalisation des zones à bâtir entraînera à long terme une diminution de la dispersion dans les zones industrielles et dans les zones commerciales, qui deviendront donc plus concentrées et denses (zones commerciales à plusieurs étages). L'érection des nouveaux espaces bâtis aura d'abord lieu à des endroits bien raccordés aux transports publics plutôt que sur des terrains à bon marché, difficiles à raccorder aux transports en commun. Dans l'ensemble, la division entre le milieu bâti urbain, les espaces ruraux, les zones historiques et le paysage vierge n'en sera que visuellement plus claire. Enfin, la structure bâtie sera moins éparpillée qu'elle ne l'est aujourd'hui.

À long terme (40 à 50 ans), cela veut dire une nette modification dans l'identité visuelle de la Suisse (diminution de l'étalement urbain). Il est important de prendre en considération les changements qui surviendront au cours de la même période en l'absence de ces mesures, soit la construction de bâtiments dispersés sur de grandes étendues du sol suisse avec son lot de conséquences fâcheuses. En somme, l'étalement urbain continuerait de progresser avec toutes les conséquences négatives que cela implique.

La commune de Fläsch, qui a remporté le Prix Wakker (www.wakkerpreis.ch) en 2010, constitue un bon exemple d'inversion positive de tendance. Le village viticole de Fläsch dans la vallée du Rhin, avec son site d'importance nationale, subit une forte pression démographique en raison de la proximité de l'autoroute. Pour faire face à une urbanisation rampante, la commune a décidé de procéder à une révision en profondeur du plan d'aménagement local datant des années 1990. Les Autorités ont édicté une interdiction de planifier et de construire pour ouvrir la voie à une réorientation fondamentale du village. Des lignes directrices ont été élaborées selon lesquelles Fläsch définit son identité de bourg

viticole. La structure villageoise historique largement intacte ainsi que les vignes et vergers qui pénètrent jusqu'au cœur du bourg doivent être protégés de toute construction. Ces parcelles ont été placées hors zone à bâtir et sont en partie devenues propriété de la commune. Par l'entremise de mutations volontaires, les propriétaires ont obtenu des terrains à bâtir en dehors du centre en compensation. À l'est et à l'ouest du village, deux nouvelles zones à bâtir ont été définies avec un coefficient d'utilisation du sol plus élevé que la norme. Visant à contrôler la croissance, ces mesures permettent de conserver l'apparence unique du lieu. La densification se produit donc, dans ce cas particulier, à la périphérie du village et non en son centre comme le veut la règle. La population a accepté le nouveau plan d'aménagement à la fin de 2008. Ce remaniement parcellaire ciblé destiné à assurer un développement respectueux du site est unique en Suisse et devrait être reproduit dans plusieurs autres communes.

Il faut s'attaquer au problème du mitage à plusieurs échelles. On accorde une importance particulière à l'influence réciproque qu'exercent l'aménagement du territoire sur les besoins routiers et le réseau routier sur le développement territorial. D'une part, une intensification mutuelle est possible, c'est-à-dire un développement dispersé du milieu bâti, conjugué à une augmentation du morcellement. D'autre part, une entraide est possible et souhaitable afin de contrer l'étalement urbain (en accordant la priorité à la densification du milieu bâti) et de freiner ou de diminuer le morcellement du paysage. C'est vrai pour le réseau routier, mais aussi pour les réseaux de transports publics. Le développement de l'infrastructure ferroviaire exercera une grande influence sur les mouvements de la population et sur le développement du milieu bâti à l'avenir (NLFA, futur développement de l'infrastructure ferroviaire [ZEB] et RAIL 2030). Ces projets signifient la prise de décisions lourdes de conséquences à long terme pour l'étalement urbain en Suisse. La conservation des biotopes, leur liaison et la préservation des paysages dignes de protection deviendront des objectifs presque impossibles à atteindre si la circulation continue à s'intensifier et que la progression de l'étalement urbain et du morcellement du paysage se poursuit. En outre,



Fig. 49. Les paysages vierges appartiennent au passé: les chutes du Rhin en 2006. Photo: Die Geographenschwack+spichtig, 2007.

plus les zones bâties seront dispersées à l'avenir, plus le maintien des infrastructures nécessaires à leur approvisionnement deviendra dispendieux à moyen et à long terme. Différentes questions mériteraient d'être approfondies. Par exemple, il serait intéressant d'étudier et de vérifier des hypothèses sur le rapport entre l'étalement urbain et le morcellement du paysage, de même que d'établir des corrélations entre le degré d'étalement urbain et la dissémination d'espèces animales et végétales (par ex., Nobis *et al.* 2009). Les conséquences de l'étalement urbain sur le tourisme et sur le coût des infrastructures nécessaires à l'approvisionnement de la population pourraient aussi faire l'objet d'études plus poussées. Si les beaux paysages, qui jusqu'à présent étaient typiques de la Suisse, deviennent de plus en plus mités, le tourisme en souffrira (fig. 49). Ces intérêts de recherche ne devraient toutefois pas servir de prétexte pour retarder plus longuement des mesures jugées indispensables. Étant donné que les conséquences négatives de l'étalement urbain ne sont souvent perceptibles que des décennies plus tard, nous pouvons nous attendre à ce que de nouvelles conséquences écologiques, économiques et sociales du développement urbain actuel se manifestent dans les prochaines décennies.

9 Résumé

La Suisse est à l'heure actuelle en proie à l'étalement urbain de façon alarmante. Le mitage en Suisse a augmenté de 155 % entre 1935 et 2002 et a doublé entre 1951 et 2002. En outre, le phénomène a progressé fortement dans tous les cantons et dans tous les districts depuis 1935. Il s'étend de façon croissante du Plateau suisse aux vallées alpines, mais a également pris de l'ampleur dans le sud du Tessin et dans la Bas-Valais. Jusqu'à présent, seul l'ouest du Jura et quelques territoires dans les Alpes ne sont pas touchés, ou très peu, par le phénomène.

Afin de décrire le problème de l'étalement urbain en chiffres et d'en discuter, il manquait jusqu'à maintenant une méthode et des données permettant de comparer l'étalement urbain dans différentes régions. Pour mesurer le degré d'étalement urbain, la superficie bâtie à elle seule ne suffit pas. Il faut aussi tenir compte de la disposition spatiale des zones bâties et de la densité de population. Les trois nouvelles mesures s'y prêtent. Il s'agit de la prolifération urbaine pondérée (*PUP*), de la perméation urbaine (*PU*) et de la dispersion (*DIS*). La prolifération urbaine pondérée (*PUP*) est représenté quantitativement par une combinaison des trois mesures *PU*, *DIS* et la densité d'utilisation (*DU*). Nous avons appliqué les nouvelles mesures à l'ensemble de la Suisse pour la période s'échelonnant de 1935 à 2002 (avec des scénarios jusqu'en 2050). Les nouvelles mesures se sont révélées appropriées.

Bien que les taux d'augmentation du mitage aient diminué au cours de la période s'échelonnant de 1980 à 2002 comparativement à celle s'échelonnant de 1960 à 1980, il n'y a vraiment pas lieu de sonner la fin de l'alerte. Les six scénarios montrent, au contraire, que l'étalement urbain continuera à progresser fortement en l'absence de contre-mesures claires. Toutefois, certains signes laissent croire qu'il est encore possible à l'heure actuelle de ralentir la progression de l'étalement urbain par des mesures efficaces.

Les tendances actuelles dans l'occupation du territoire vont clairement à l'encontre des principes du développement durable. Les scénarios démontrent clairement qu'il est nécessaire d'agir si l'on veut que les tendances actuelles ne se poursuivent pas. Nous avons proposé onze mesures à cette fin. Bien que beaucoup de ces mesures fassent depuis longtemps l'objet de discussions, elles n'ont jamais été mises en œuvre efficacement jusqu'à présent, ce qui rend maintenant leur application encore plus pressante. Les scénarios démontrent le caractère approprié de ces mesures dans le but de ralentir les tendances menaçantes et de favoriser les tendances souhaitables. En outre, sur la base des trois nouvelles mesures et des données recueillies, il convient d'établir dans chaque région des valeurs cibles, des valeurs limites et des valeurs indicatives visant à maîtriser l'étalement urbain. Les séries de données sur l'étalement urbain devraient également être utilisées à titre d'indicateur dans les systèmes d'observation de l'environnement et du territoire.

Mots clés: étalement urbain, mitage, Suisse, séries chronologiques, paysage, scénarios, mesures, protection du paysage, dispersion, morcellement du paysage, fragmentation du territoire, aménagement du territoire, valeurs limites, valeurs cibles



L'étalement urbain en Suisse – Impossible à freiner?

Analyse quantitative de 1935 à 2002 et conséquences
pour l'aménagement du territoire

Urban Sprawl in Switzerland – Unstoppable?

Quantitative Analysis 1935 to 2002 and Implications
for Regional Planning

Christian Schwick / Jochen A.G. Jaeger / René Bertiller /
Felix Kienast

■ Haupt



BRISTOL-STIFTUNG
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle
für Natur- und Umweltschutz

Urban sprawl in Europe

Joint EEA-FOEN report

ISSN 1977-8449



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Office for the Environment FOEN

European Environment Agency



The contribution of cities to the slow down of the loss of biodiversity is important for biodiversity conservation (Box 4.2) (Chan et al., 2014). Therefore, natural areas, green spaces within built-up areas and green belts adjacent to built-up areas should be preserved if built-up areas are densified. This is part of a high-quality densification for both humans and biodiversity (see guideline 4 in Section 4.3). An increase in *GDPc* would allow for higher quality standards in planning, for both human needs and nature conservation. Green belts and green infrastructure (e.g. wildlife corridors) are important for biodiversity and should not be disrupted by built-up areas and the associated road networks.

In many parts of Europe, populations of large terrestrial mammals are either endangered or live in small numbers. Many of these species require large habitats and migrate or disperse over long distances (Boitani, 2000; Mysterud et al., 2007). The long response times of many species to changes in landscape structure present a particular challenge. The current wildlife population densities may not be a response to the current degree of urban sprawl, but to sprawl levels from decades ago, and wildlife populations may continue to decline for many years, even after the degree of urban sprawl has stopped increasing. In addition, urban sprawl affects wildlife populations in combination with other stress factors, such as climate change, the intensification of agriculture and other cumulative land-use changes. Therefore, it is usually impossible to predict when thresholds will be crossed at which native species will no longer be able to adapt and will disappear. As a result of such losses of native species, ecosystems will change to a different state

and exhibit a different community composition, which will affect their ability to provide ecosystem services. This lag in the occurrence of extinctions in response to landscape changes has been called an 'extinction debt' (Tilman et al., 1994; Kuussaari et al., 2009). This makes it all the more important that a precautionary approach is adopted, which guides urban sprawl and other land-use changes in the desired direction in the coming decades.

All these aspects are very important and should be considered by planners in relation to their activities, in addition to the considerations listed in Section 4.2.1. For example, the goals of preserving and linking wildlife habitats and of conserving the natural scenery will become more and more difficult to achieve with increasing levels of sprawl. Furthermore, the more dispersed that settlements become in the future, the more expensive the restoration and maintenance costs for green infrastructure will be.

4.3 Measures to control urban sprawl

The current trends of urban sprawl in many parts of Europe clearly contradict the goals of sustainable development, and cannot continue in the long term. Thus, sustainability will become more and more difficult to achieve as sprawl advances (Haber, 2007). However, the use of appropriate countermeasures today to significantly slow down the increase of the problem still seems realistic. Such measures should be applied now — the longer the delay, the faster the target of sustainability will slip from Europe's grasp.

Box 4.2 Biodiversity monitoring and the City Biodiversity Index (CBI)

There are several systems already in place for monitoring biodiversity. Two examples are the EuMon project, which aims to develop 'EU-wide monitoring methods and systems of surveillance for species and habitats of Community interest' and hosts a web portal which covers a total of 663 monitoring schemes in Europe (<http://eumon.ckff.si/index1.php>). Some of these are based on citizen science to better cover large spatial and temporal extents (EEA, 2014). This project was established to evaluate biodiversity monitoring in Europe and to develop relevant tools and methods via this portal. The second example is the Biodiversity Monitoring Switzerland (BDM) programme. The Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) launched this programme which includes 34 indicators based on the 'pressure–state–response' (PSR) model developed by the OECD. Accordingly, these indicators are grouped into 15 **state indicators**, which capture the most important changes in biodiversity, 12 **pressure indicators**, which capture factors that affect species diversity, and seven **response indicators**, which measure activities that contribute to maintaining biodiversity. Urban sprawl is a threat to biodiversity, but it is not yet covered well by these monitoring systems. Therefore, a recent initiative created the City Biodiversity Index (CBI) to better consider links between urban areas and biodiversity, since cities can contribute significantly to global efforts to reduce the rate of biodiversity loss. The CBI has been developed as a tool to evaluate the state of biodiversity in cities and to provide insights with regard to improving conservation efforts (Chan et al., 2014; Kohsaka et al., 2013). It was proposed at the ninth meeting of the Conference of the Parties (COP-9) to the Convention on Biological Diversity (CBD) in May 2008. Three expert workshops, held in 2009, 2010 and 2011, were organised by the National Parks Board of Singapore and the Secretariat of the CBD, in collaboration with the Global Partnership on Cities and Biodiversity, to develop the index. The CBI, also called the Singapore Index, includes 23 indicators, such as the proportion of natural areas in a city. Several of these indicators are affected by urban sprawl. Barcelona, Brussels, Edinburgh, Heidelberg, Lisbon and Tallinn are among the first cities to have applied the CBI.

Particular attention needs to be paid to these mutual influences: regional planning with regard to transport needs and the transport network with regard to regional development (Figure 4.4). These influences can play off each other in two ways:

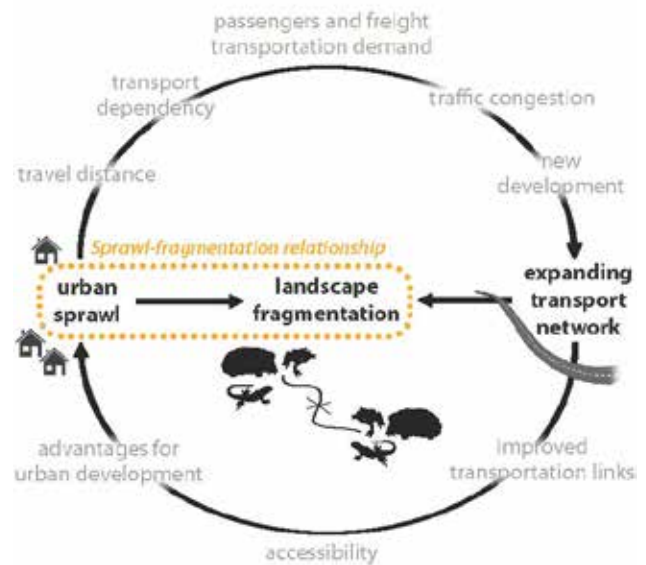
1. negatively, by promoting dispersed settlements and increased fragmentation, starting with the designation of building zones in the periphery, which leads to new traffic, requires the removal of bottlenecks in road construction and results in the designation of additional building zones (Figure 4.4);
2. positively, by encouraging compact settlements so that sprawl is contained or reduced; this positive feedback effect is both possible and desirable.

These considerations apply not only to road traffic, but also to public transport networks. If attention is not paid to these factors, there is the danger of a lock-in effect, which would result in lower transformability (Walker et al., 2004). Existing and future transport developments exert a powerful influence on people's mobility and on future settlements. Such projects could lock urban sprawl into an undesirable course for years ahead. To avoid this lock-in effect, the vicious circle must be broken (see Figure 4.4).

Measures for controlling urban sprawl can be implemented effectively only if there is an awareness of the issue and if feasible solutions are proposed. Decision-makers and the general public should, therefore, be made more aware of the long-term consequences of urban sprawl, habitat loss and the loss of agricultural soils, and need to be informed about suitable countermeasures. According to our results, the most effective approach for keeping further sprawl to a minimum involves the reduction of land uptake per inhabitant and the concentration of settlement areas (i.e. without extending settlement borders). Consequently, the following five general guidelines are essential with regard to supporting efforts to control urban sprawl.

1. **A clear separation of building zones and non-building zones, and long-term settlement restriction.** Building zones and non-building zones should be clearly distinguished. The built-up areas should be compact, and should not fray at the fringes. The sizes of the building zones should be determined in a rigorous way that does not easily allow for the extension of their boundaries. These boundaries should be fixed on a long-term basis. Green belts may be one feasible option for setting these boundaries (Siedentop et al., 2016).

Figure 4.4 The expansion of road networks and urban sprawl are interlinked through a feedback loop, which may result in a lock-in effect



Note: A lock-in effect would result in areas of high LUP that could not be served efficiently by public transport and, therefore, people would depend more and more on the use of cars.

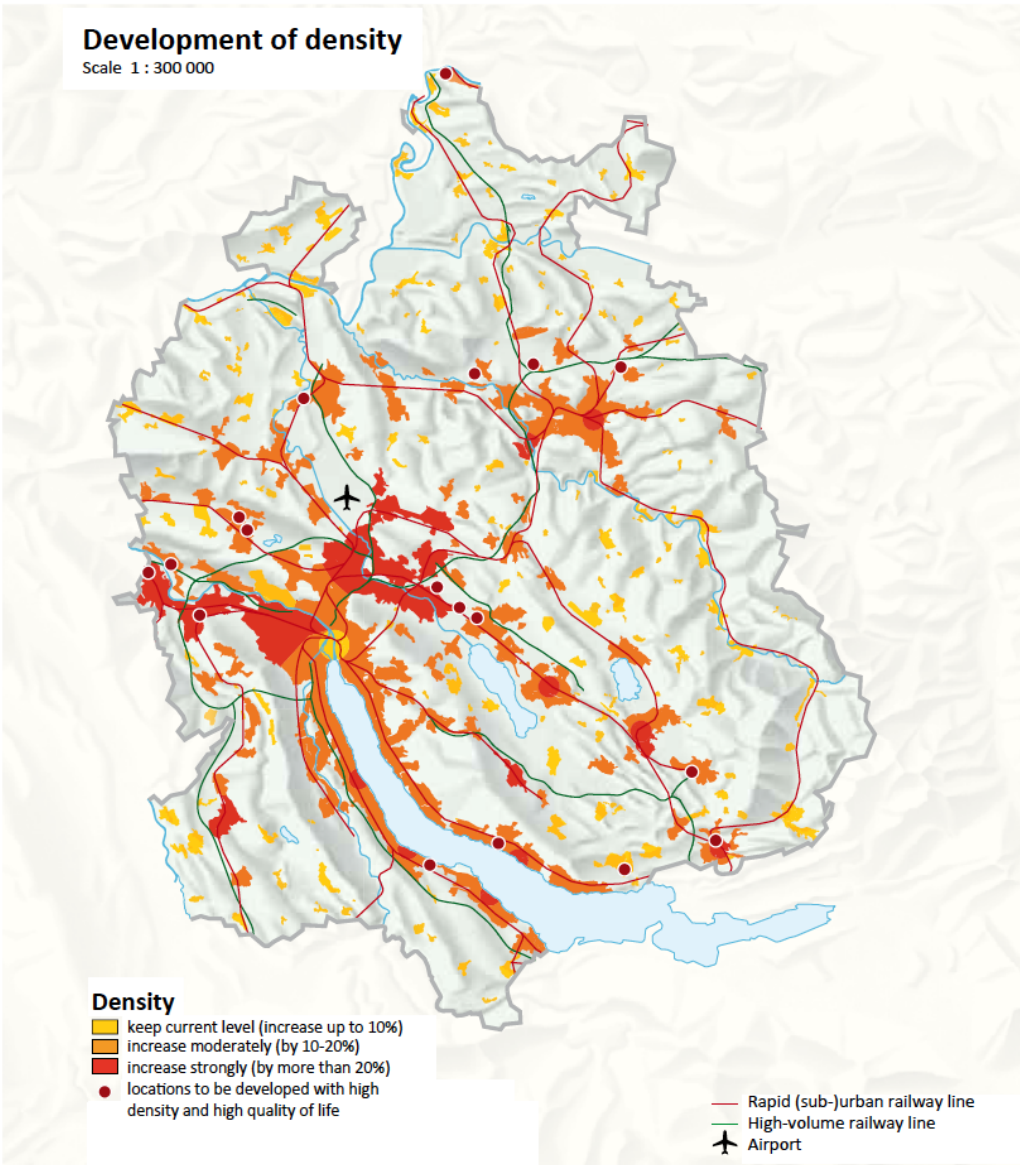
Source: Torres, 2016.

2. **Building in only designated building zones.** Construction outside designated building zones creates considerable sprawl because it badly affects *DIS* values and, as a rule, results in higher *LUP* values. Exceptions are permitted only if new buildings must be constructed in a particular location because of their function (e.g. water supply facilities).
3. **Preventing the dispersed expansion of built-up areas.** New built-up areas and individual buildings should only be allowed at locations in which *DIS* values are low (i.e. have a compact configuration). This can be done by in-filling (i.e. the use of gaps within existing built-up areas such as unused sites or brownfields). If such in-filling is not possible, then in-filling should be done on the edge of existing built-up areas or at other places with low *DIS* values. For example, in the Netherlands, 34 % of residential developments between 2001 and 2005 took place in existing urban areas (Buitelaar et al., 2008). In England, the national government successfully introduced a brownfield housing target of 60 % in 1998, which stipulated that 60 % of all residential developments must take place on previously developed land or through the conversion of existing buildings. Since 2000, this target has been achieved every year (Adams et al., 2010).

4. **The densification of existing built-up areas and minimum densities of new built-up areas.** Not all built-up areas have the same potential for densification, but even moderate densification is desirable because sprawl is reduced at locations in which densification takes place and further sprawl elsewhere is prevented (i.e. fewer new built-up areas should be needed). If the construction of new built-up areas is unavoidable, the *LUP* should be, at least, as low as the average *LUP* in the region surrounding the new built-up areas. Densification should occur in a way that increases the quality of the built-up areas. An important part of this is that green spaces in built-up areas should be

preserved and improved in their quality with regard to recreation. The required levels of densification do not imply that urban areas will be dominated by high-rises in the future. Even if no new built-up areas are planned, the level of densification is predicted to be in the range of 5 % to 30 % over the next 50 years (depending on population growth). For example, the Canton of Zurich (in Switzerland) is planning to densify the existing built-up areas by approximately 20 % by 2040 (Map 4.2). Therefore, urban sprawl will be significantly reduced in the Canton of Zurich. Almost no further expansion of the built-up areas is allowed in the Canton of Zurich. Therefore, any increases in population have to be

Map 4.2 An example of a densification plan from the Canton of Zurich, Switzerland



Note: The projected population growth between 2013 and 2040 is 20 %.

Source: Regierungsrat Kanton Zürich, 2014.

accommodated mostly in the existing built-up areas. The necessary densifications are relatively modest (on average, less than 20 % of the existing density). The densification will take the existing settlement types into account. Rural areas will keep their rural character (densification will be < 10 %). The highest levels of densification (> 20 %) will occur in the suburban areas shown in red on Map 4.2. They are predicted to transition from having a suburban character to having an urban character (Regierungsrat Kanton Zürich 2014). This is in accordance with the results of the Swiss National Research Programme 65 'New Urban Quality', which concluded that the urbanisation of suburban areas is one of the main tasks of society in the 21st century (Sulzer and Desax, 2015).

5. **The integrated planning of transport and settlement development.** The relationship between built-up areas and public transport is important to consider because the density of built-up areas is related to the attractiveness (level of service) and cost effectiveness of public transport (see Box 1.2 in Chapter 1). Therefore, planning of settlement development and transport infrastructure should be integrated. This requires a planning process that transcends administrative boundaries and integrates various sectors in order to control the development of compact settlements and ensure a well-functioning transport infrastructure. A central condition for breaking the vicious circle of transport and sprawl (Figure 4.4) is the comprehensive coordination of infrastructure, mobility and regional development (Matthey, 2012).

These guidelines can be applied in regions in which the population is growing, stable or declining. However, in regions in which the population is shrinking, additional guidelines should be considered. In such cases, it is desirable that built-up areas are reduced in proportion to the decrease in the population. If this is not feasible, the construction of new built-up areas should, at least, be prevented (i.e. no further built-up areas should be allowed). Otherwise, the *LUP* would increase even more drastically. Since the population is shrinking in several regions in Europe, this is an important consideration for many places. However, there is a risk that the removal of built-up areas will be carried out in a way that increases the dispersion of the remaining built-up areas in such regions. For example, this is true for cases in which parts of central urban areas are being perforated, rather than built-up areas on the outskirts being removed. The *WUP* method can be used to detect locations in which the removal of built-up areas would decrease, and hence improve, the value of *DIS* rather than increase it (see measures 2 and 3 in Section 4.3.1).

The following three sections present measures and best-practice examples for limiting or even preventing the further growth of sprawl in Europe. In many areas, it should even be possible to reduce the level of sprawl.

4.3.1 Recommendations for controlling urban sprawl using weighted urban proliferation

This section proposes six measures, primarily related to the *WUP* method. The authors of this report recommend that these measures be broadly applied in urban and regional planning, and that their feasibility and effectiveness be evaluated in more detail. The issue of sprawl can be addressed on several scales in parallel. Likewise, the *WUP* method can be applied on several scales in accordance with the corresponding scale of the measures being considered. For example, the monitoring of sprawl can be implemented on European, national and regional scales simultaneously.

1. **The assessment of future developments.** The analysis of data regarding anticipated future developments reveals the extent to which planned construction projects (e.g. the filling up of designated building zones or the densification of existing built-up areas) will increase or decrease the level of sprawl. The values of *WUP* and its components can be compared with targets and benchmarks (see example 4 in Section 4.3.2), and to earlier trends. This approach will take into account the cumulative effects of several projects on the level of sprawl (see Box 4.3).
2. **The comparison of planning scenarios and alternatives.** Planners can assess the potential for densification to reduce the level of urban sprawl in existing built-up areas, that is, they can identify locations in which the potential is significant. The potential is significant for most built-up areas in transition zones, in which the character of the built-up areas is changing from suburban to urban. Various planning alternatives for built-up areas and for specific construction projects can be assessed and compared with respect to their impacts on sprawl using the *WUP* method as a tool in urban planning. If different scenarios are considered for designated building zones, the corresponding changes in the values of *WUP*, *DIS* and *LUP* can be compared and taken into consideration at the time at which designated building zones are set. In turn, if existing built-up areas in shrinking regions are to be removed, the consideration of the resulting changes in *WUP* and its components could help to determine which areas should be removed to reduce sprawl most effectively. This is useful for

demonstrating the long-term consequences of decisions in settlement policies for the landscape and the paths of development that are possible. The method can be applied to balance new settlement areas and areas in which buildings are demolished to reduce sprawl.

3. **Zonal planning.** If measures 1 and 2 are applied, they will be specified in municipal zoning plans. They can be complemented by the results of the *WUP* analysis in order to improve them with regard to *UD* and *DIS*. The *WUP* method can be used with regard to the planning of new building zones to determine their contribution to future urban sprawl. Their extent, spatial location and density can be analysed and modified in order to minimise their contribution to sprawl. Similarly, the *WUP* method can be used to help identify which existing building zones (that have not yet been built on) would contribute strongly to urban sprawl and, therefore, which should be de-zoned in zoning plans. Furthermore, the *WUP* approach could be used to assess the effect of demolishing buildings or built-up areas in sensitive regions (e.g. agriculturally or ecologically valuable land, or areas in which the population is shrinking) in order to reduce sprawl. Many existing zoning plans indicate the extent of built-up areas and a maximum allowable density. In order to promote a more efficient utilisation of the built-up areas, zoning plans can also include a minimum density value. This is relevant not only for residential areas, but can also be applied to commercial areas and industrial parks in order to promote the creation of multistorey buildings on such sites more often. Densification can improve the quality of built-up areas and the quality of life for their inhabitants if done prudently (e.g. through the process of a *Gestaltungsplan* in Switzerland; Hersperger and Cathomas, in preparation).
4. **The use of *WUP* as a tool in master plans controlling at the regional scale.** The *WUP* method is also suitable as an assessment tool for regional master plans on a larger scale, that is, to assess their contributions to urban sprawl in a region. The extent, spatial location and density of new building zones can be analysed and modified in order to minimise their contribution to sprawl in the region. Similarly, planning alternatives can be compared with respect to their impacts on sprawl, and the potential of the densification of existing built-up areas to reduce sprawl can also be assessed.
5. **The application of the *WUP* method as a tool for performance review.** The success of efforts to control urban sprawl should be evaluated on

a regular basis. A performance review compares the findings from the monitoring of sprawl with the anticipated effect. For example, if quantitative targets or limits are available in the zoning plans or master plans (see example 4 in Section 4.3.2), the degree of sprawl can be re-calculated after new building zones have been designated or existing built-up areas have been densified, and compared with the original targets or limits. The use of quantitative data regarding urban sprawl as a tool for performance review is also a promising approach for increasing efforts to achieve the goal of minimising urban sprawl and for increasing the awareness of policymakers and the general public.

6. **Including *WUP* analysis in environmental impact assessments (EIAs) and strategic environmental assessments (SEAs).** The *WUP* method can be applied as an assessment tool in EIAs, including cumulative environmental assessments, for projects that may influence settlement structures, including projects that involve the construction of buildings or that influence some likely drivers of urban sprawl (e.g. roads). It can also be used in SEAs to ensure that urban sprawl is given more attention in future development projects. Regional SEAs are a particularly promising approach for this (Gunn and Noble, 2009).

4.3.2 *Best-practice examples of measures with a positive influence on weighted urban proliferation*

There are several examples available in which existing measures to control urban sprawl were evaluated using the *WUP* method, and the results confirm that these measures were effective. There are also some examples of projects in which the design of measures to counteract urban sprawl was based on the *WUP* method. This section presents five practical examples:

1. **Limiting the total extent of designated building zones.** Designated building zones are usually determined by municipal zoning plans and regional master plans. If there is no evidence of an increased need, then the total extent of designated building zones is frozen (see example in Box 4.4).
2. **Settlement restriction through the long-term application of settlement boundary lines.** Open countryside can be preserved through the application of settlement boundary lines, green belts (to separate settlement areas) and zoning plans that stipulate internal settlement development (Gennaio et al., 2009) (see Box 4.4). Green belts are also very important for animal movement and constitute boundary marks that make the landscape easier to read and interpret.

Box 4.3 An online tool for applying the WUP method: the Urban Sprawl Metrics tool

To facilitate the calculation of WUP and its components, a geographic information system (GIS) tool is available. The Urban Sprawl Metrics (USM) tool can be used in the ArcGIS-toolbox (written in Python). The tool is freely available for use and can be downloaded from the Swiss Federal Institute of Forest, Snow and Landscape Research (WSL) homepage (www.wsl.ch/zersiedelung). The language of the user interface is English.

The tool is straightforward to use. Only three input data sets are required:

- data on built-up areas (settlements or solitary buildings, ESRI raster file);
- information on the reporting units, namely a shape file of the reporting units (e.g. municipalities, districts or countries, or a grid with a certain cell size) for which the value of WUP is to be calculated;
- the number of inhabitants and jobs for all reporting units has to be saved by the user in the attribute table, in the shape file of the reporting units, as a separate column.

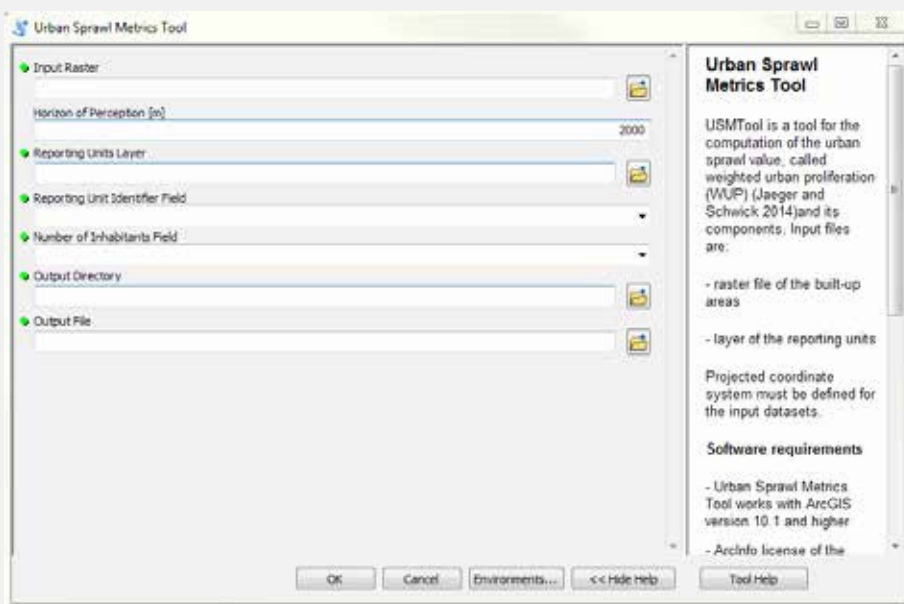
The user can choose the size of the HP (between 0.2 and 10 km). The default value is 2 km.

The results of the calculation are written in the shape file of the reporting units as separate columns for:

- the built-up area (in m² and as a percentage of the reporting unit)
- DIS (in UPU/m²)
- $w_1(DIS)$ (between 0.5 and 1.5)
- UP (in UPU/m²)
- UD (number of inhabitants and jobs per ha of built-up area)
- $w_2(UD)$ (between 0 and 1)
- WUP (in UPU/m²).

It is important that the users consider which delineation of the built-up areas they want to use. This delineation depends on the data layer available and the particular question of the analysis (see also Box 2.3).

Figure 4.5 Screenshot from the USM tool



Note: A user manual with examples is also available on the website.

3. **Land recycling.** Land recycling, including the reuse of brownfield sites, makes an important contribution to reducing land uptake and to the prevention of additional urban sprawl (Photo 4.2). For example, NRW, Germany, has adopted a goal of increasing the reuse of brownfields. In 2011, 10 ha of open area were taken up per day for new built-up areas in NRW. The government of NRW aims to reduce the daily land uptake to 5 ha/day by 2020, and zero land uptake is intended in the long term (NRW SPD - Bündnis 90/Die Grünen NRW 2012). Some municipalities in NRW have already achieved a recycling ratio of 75 % in the last 20 years (Neite and Berief, 2013). To encourage a higher ratio of land recycling, a moratorium on settlement area expansion could be implemented for 10 years or more. This would increase the value of brownfield sites, vacant lots and other underused areas. The moratorium could apply until land recycling possibilities have been exhausted. Critical success factors for bringing sites back into use have been identified in case studies in England and Japan, and these factors include the presence of strong potential markets, a long-term vision that views a recession as an opportunity, strong branding, strong partnerships, integrated development and the provision of appropriate infrastructure (Dixon et al., 2011).
4. **Setting targets, limits and benchmarks for sprawl.** The EU's 7EAP calls for indicators of resource efficiency. Targets to limit land uptake can contribute to higher resource efficiency. Setting limits for sprawl may be a challenge, but many other branches of environmental protection have successfully managed to overcome similar problems. Many countries have long-term experience of solving common-pool problems through setting limits, and similar changes in legislation have clearly improved the situation. Therefore, the authors of the present report suggest that targets, limits and benchmarks for sprawl should be formulated on the basis of the *WUP* metric. This is one of the most promising measures for controlling future development and the handling of scarce resources. The following basic considerations should guide the development of such targets, limits and benchmarks.
- A significant reduction in urban sprawl can be achieved by a pure densification of existing urban



Photo 4.2 Belval was the site of the large steelworks that has suffered from the abandonment of steel production in Luxembourg. An extensive regeneration programme has turned the brownfield site into a large scientific and cultural centre, including the science faculty of the University of Luxembourg.

Source: © Luxmaster051 at lb.wikipedia

areas (i.e. no new built-up areas). However, this scenario may not be very realistic because of economic, political, and social reasons.

- A minimal requirement is to limit the increase of urban sprawl to the rate of increase in population. However, if sprawl increases at the same rate as the population, this is still not sustainable.
- Therefore, the authors of this report propose that urban sprawl should be limited to the *current level* of sprawl. In shrinking regions, sprawl should be reduced in the same rate as the population is decreasing.

The values can be set according to region and reflect differences in municipalities, natural conditions, and historical development. Limits and benchmarks, for example, can be stricter in Natura 2000 areas than elsewhere. Concrete targets, limits, and benchmarks can be subdivided in three ways according to the type of region: (1) priority spaces for large unspawled areas, i.e. further sprawl is unauthorised, and the demolition of vacant buildings has priority; (2) specification of target values and benchmarks for rural spaces; (3) toleration of further settlements in agglomerations or along axes of development up to a certain level, as compactly as possible, to avoid sprawl (low *LUP*, urban character). For example, a recent research project in Switzerland has proposed limits and targets for sprawl for all its municipalities (Box 4.4).

5. **The granting of mortgages and the awarding of energy labels.** The decisions by banks to grant mortgages for existing or potential new buildings could be evaluated on the basis of the contribution of such buildings to urban sprawl. Such evaluations

could also be the basis for awarding energy labels (see Box 4.4).

4.3.3 Other measures

In addition to these guidelines, measures and examples that are related to *WUP*, a range of other measures for controlling land consumption also exist. The planning literature discusses five types of measures which include (1) regulatory instruments (administrative law), (2) planning instruments, (3) incentive-oriented (economic) instruments, (4) participatory and cooperative instruments, and (5) educational instruments (Sustainability Advisory Board of Baden-Württemberg, 2004). Important examples of these measures are given below.

- **Long-term settlement planning based on guiding principles for landscape management.** Long-term objectives outline the design of future sustainable settlement and transport systems. Accordingly, settlement and transport planning are increasingly based on targets rather than on demand. Guiding principles are needed for landscape quality (Rodewald, 2008).
- **Cooperative large-scale planning.** Competition between municipalities and regions and countries with regard to jobs, taxpayers and inhabitants is counterproductive and contributes heavily to sprawl (Frey and Zimmermann, 2005). To solve this problem, cooperative planning on a larger scale is needed to, for example, minimise the number and the scale of industrial and residential areas, and to limit their dispersion as much as possible. Large-scale cooperation is also needed across political boundaries so that clear measures to control urban sprawl on one side of such a boundary do not result in higher levels of urban sprawl on the other side of the boundary.



Photo 4.3 Brownfield recycling with ongoing construction

Source: Aarhus, Denmark: re-development of the harbour (Photo: Rastislav Stanik)

Box 4.4 Some best-practice examples of addressing urban sprawl in Switzerland

Urban sprawl has been a topic of intense public debate in Switzerland in recent years. Accordingly, public awareness of the problem is high in this country and efforts to address urban sprawl are more advanced than in many other countries in Europe. Various best-practice measures have already been implemented or are currently being discussed, as outlined below.

- The Swiss parliament proposed a revision of the Swiss Spatial Planning Act in 2013 (Loi fédérale sur l'aménagement du territoire de la Suisse 2014). The Swiss population accepted this proposal in the referendum of 3 March 2013, with a clear majority of 63 %. The revision requires the introduction of levies, of at least 20 % of the increase of the property value, to compensate for the increases in property values that occur after the designation of new building zones (Article 5). The revision also imposes limitations for newly designated building zones. An expansion of designated building zones is possible only if an evaluation clearly demonstrates that there is an increased future need, based on the projected increase in population, that cannot be accommodated by different means. If the population is predicted to decline, this implies a reduction in the extent of the designated building zones. Even before this revision, several cantons and municipalities in Switzerland implemented rigorous limitations and sometimes the de-zoning of building zones, and achieved a stabilisation or reduction of sprawl. For example, the Canton of Geneva achieved a 33 % reduction in sprawl between 1980 and 2010, and sprawl stabilisation has been occurring in the municipalities of Könitz and Sils/Segl since 1980.
- The Canton of Zug implemented rigorous measures that were demonstrably successful in reducing urban sprawl (*WUP* values decreased by 11 % between 1980 and 2010) despite the substantial increase in the number of inhabitants and jobs (+66%). This trend reversal was a consequence of four essential requirements, implemented as part of the cantonal master plan of Zug: '(1) The canton and the municipalities separate the settlement area from the non-settlement area. (2) Boundaries delimit the extent of the built-up area. (3) The canton and the municipalities strengthen the core areas of the municipalities and the most important intersections of public transport. (4) The municipalities authorize high densities of built-up areas.' These four regulations have slowed down the increase of built-up area and *DIS*, and have promoted the reduction of *LUP* (Jaeger and Schwick, 2014).
- Green belts can be used as separation zones between built-up areas to prevent them from merging. For example, the cantonal master plan of Zurich of 2014 has implemented 73 green belts in which construction is prevented (Canton of Zürich 2014).
- The setting of limits is one of the most important tools for solving common-pool problems. For example, there are documents, which predate the formation of Switzerland in 1291, that limit the density of cows on Alpine pastures in Switzerland, through Alpine cooperatives, in order to avoid overgrazing, limits were established by the introduction of the total protection of forest areas in 1879, strict limits of air pollution were introduced in 1983, and the water-pollution law was established in 1991. A recent research project in Switzerland proposed limits and targets for sprawl for all Swiss municipalities (Schwick et al., in preparation). This proposal for an adjustment of the Swiss Regional Planning Act aims to make the changes indicated in bold below to Articles 1, 3 and 8 (Muggli, in preparation).
 - 'The federation, the cantons, and the municipalities ensure that the land is used economically, that the building areas are separated from the non-building areas, **and that an increase in urban sprawl is prevented.**' (Article 1).
 - 'The agencies responsible for planning tasks consider the following principles: **Urban sprawl is to be limited in accordance to settlement types.**' (Article 3).
 - '**The cantons determine for themselves and for subordinated agencies how an increase in urban sprawl is prevented. The federation and the cantons determine in technical guidelines how urban sprawl is quantified.**' (Article 8).

These proposed adjustments to the Regional Planning Act would provide a legislative basis for the introduction of limits or targets with regard to urban sprawl.
- The Alternative Bank of Switzerland used the *WUP* method for the evaluation of specific construction projects according to social and environmental criteria (including sprawl), in addition to economic criteria (Alternative Bank of Switzerland, 2012) (<https://www.abs.ch>). This allows existing and potential new buildings to be evaluated with regard to their contribution to urban sprawl, which can be used as a basis for decisions regarding the granting of mortgages. Such evaluations can also be the basis for awarding energy labels: the *WUP* indicator is part of a new assessment system for sustainable construction in Switzerland (SNBS) which aims to reduce the negative impacts of new constructions on society, the economy and the environment. The *WUP* method serves as an indicator for the assessment of the loss of soils, effects on biodiversity and landscape consumption (<http://www.nnbs.ch/fr/standard-snbs>).

- **The introduction of levies to compensate for the increase in property values after planning, development or infrastructure activities.** This type of measure has been included in the new Swiss Regional Planning Act of 2014 (Article 5). It requires a levy of at least 20 % of the increase of the property value (Box 4.4).
- **The abolishment of tax deductions for commuting between homes and workplaces.** These subsidies contribute to longer travel distances and the separation of places of work, living and recreation, which increases sprawl.
- **Charges for the use of roads ('road pricing') or congestion taxes.** This type of measure can be used to discourage the use of cars, particularly in congested regions (e.g. in the City of London and Stockholm) (Gayda et al., 2005).
- **Sprawl certificates, sprawl taxes and tax on ground surface sealing.** These economic incentives can encourage a more economic use of land and a lower *LUP* (Bovet et al., 2013; Bizer et al., 2014).
- **Land banking.** The control of house prices by local authorities through land-use reduction and land-price regulation is called 'land banking'. This type of measure is already well developed in, for example, Rennes, France.
- **A preference for mixed-use urban areas.** Mixed-use areas combine places for work, living and recreation. This can reduce travel distances and the amount of traffic. As a consequence, less transport infrastructure is required and the dispersion of urban areas is lower.
- **Local Agenda 21.** This participatory action plan was developed by the United Nations (UN) in the context of sustainable development and includes sustainable settlement (Smardon, 2008). It supports bottom-up initiatives for the better control of urban sprawl.
- **Campaigns against urban sprawl and for lifestyle changes.** These educational campaigns aim to increase the awareness of the general public with regard to the negative impacts of sprawl and the long-term benefits of changing lifestyles towards a more sustainable way of living.
- **Anti-sprawl certification for municipalities that are good models.** This type of label would act as a performance certificate for municipalities, cities or regions that have put anti-sprawl policies in place and have successfully contained or reduced urban

sprawl and, therefore, provide a good example for others.

These measures are particularly important in regions in which the drivers of urban sprawl are likely to increase in the future. The measures have the objective of decoupling the population increase (or decrease) and the socio-economic development from the level of urban sprawl.

4.3.4 Future research needs

There is a need for more in-depth research regarding urban sprawl in Europe. Important examples of relevant topics for future research are outlined below.

1. **An improvement of the data on urban sprawl for earlier points in time.** Urban sprawl can also be measured for earlier points in time in a consistent way based on old maps, for example by using CLC data from 1990, 2000 and 2006. For a more detailed representation of urban sprawl, job data at the 1-km²-grid level would be highly useful.
2. **The improved availability of consistent data across Europe regarding the factors that influence urban sprawl.** More detailed research about the history and the political and economic conditions of different parts of Europe is of interest, but these are not captured by the 14 predictive variables in this report. For example, such variables include land prices, land ownership, subsidies, tax levels, the availability of public transport (other than just railway densities), the strength of regional planning legislation and planning practices, and lifestyle characteristics. Ideally, such data would be available for relatively long periods and for regions that are smaller than the country level (e.g. the NUTS-2 or NUTS-3 level, or municipalities). In addition, the influences of historic settlement patterns on the current degree of *DIS*, and also on *WUP* and its other components, are of high interest. Therefore, historic factors should also be included in future analysis.
3. **The improvement of the statistical analysis of the drivers of urban sprawl.** With improved data, the relative importance of these factors and their interactions in different places and at various scales could be disentangled. Clusters of regions that behave similarly could be identified. In addition, Structural Equation Modelling (SEM) could be used to analyse causal networks that include causal chains (rather than only direct relationships between a response variable and various predictor variables) in which predictor variables can also influence each

other (Grace, 2006). Improved data would also allow an analysis of time lags and feedback loops. This may answer the question of why certain regions are more (or less) sprawled than predicted by the statistical models.

4. **Population scenarios and the implications of EU policies.** Different scenarios can be considered in order to investigate the implications of an increasing or shrinking population for sprawl. In addition, the effects of EU-wide programmes and policies regarding transport infrastructure, economic development, nature conservation and common agricultural policy on the spatial distribution of the population and the resulting influence on urban sprawl could be investigated (e.g. Reginster and Rounsevell, 2006; Eigenbrod et al., 2011; Plata-Rocha et al., 2011; Fuglsang et al., 2013; Rienow et al., 2014). This could also include the assessment of transport infrastructure projects (e.g. the trans-European transport network) for which the EU provides some financial support. The cumulative effects scenarios of new transport infrastructure on the degree of urban sprawl could be analysed quantitatively in the planning process.
5. **The environmental, social and economic effects of urban sprawl.** Subjects for future research include more detailed studies of the relationships between urban sprawl and the distribution and abundance of native and invasive animal and plant species (e.g. Concepción et al., 2016). The effects of sprawl on ecosystem services (Eigenbrod et al., 2011), on tourism, the health of humans (LaDeau et al., 2015) and on the cost of service provision infrastructure for the human population also deserve to be researched more closely.
6. **The analysis and assessment of open countryside and sprawl-sensitive areas.** The remaining unsprawled (or only sparsely settled) areas can be identified through a European analysis, similar to the identification of roadless areas in Europe (Selva et al., 2011, 2015). Such areas may include protected areas (e.g. Natura 2000 sites, national protected areas, hotspots of biodiversity and landscapes of national importance or significant scenery), landscapes with historical settlement structure, unfragmented lands with little traffic or few settlements, areas that are important for connectivity (e.g. wildlife corridors), undeveloped pockets of countryside, agricultural areas with valuable soils and others.
7. **Assessing the degree of decoupling economic welfare from urban sprawl.** It would be informative to study the extent to which regions

have been successful in decoupling their economic welfare from their level of urban sprawl. For example, such a study could identify regions in which economic growth is taking place in parallel to the growth of urban sprawl, and those in which it has been detached from the level of sprawl, using data about the historical development.

However, there is a danger that these research interests could be misused to postpone the implementation of measures to control urban sprawl. Since it often takes decades for the negative effects of sprawl to become apparent, sprawl that has taken place already is still likely to continue to exert ecological, economic and social impacts over the coming decades. It is important to consider the changes that will occur if the countermeasures listed above are not implemented: extensive areas would be built over with high levels of dispersion and *LUP*. This would have serious consequences — urban sprawl would continue unchecked along with all of its negative effects on energy consumption, air pollution, health, biodiversity, ecosystem services, etc. The limitation of sprawl might be perceived by some as a reduction in freedom with regard to land uptake for built-up areas. However, given the negative consequences of sprawl, the limitation of sprawl will, in fact, provide more freedom and scope for action for society in general and for individuals today and in the future in terms of food and energy production, landscape scenery and recreation, and nature conservation. Therefore, sprawl should be addressed as soon as possible. The following section proposes some priorities.

4.4 Most immediate priorities

The results of this report show that even within the short period examined, namely 2006–2009, urban sprawl has increased significantly in most countries, by more than 1.5 % per year; in many countries, sprawl has increased by even more than 2 % per year. This problem is likely to worsen. Four measures, described below, to address this problem have been given particularly high priority. Measures 1 and 2 could be implemented immediately without any need for new research, but measures 3 and 4 are likely to have the strongest influence on urban sprawl.

1. **The monitoring of urban sprawl** It appears that presenting the problem of sprawl in figures is the most effective basis for an objective and constructive discussion. Figures allow one to grasp the problem more easily, and data provide concrete proof of developments in sprawl over time and changes in trends. The new sprawl metrics serve this role well. The *WUP* method can be implemented

by monitoring systems of landscape quality, sustainable development and biodiversity. Tracking the changes in urban sprawl on a regular basis is a precondition for being able to diagnose the rates of increase and any changes in trends. It is also a precondition for implementing targets and limits (see measure 3 below).

2. **The application of sprawl analysis as a tool in planning.** The *WUP* method can be used, at any level in urban, regional and transport planning, as an instrument to assess the consequences of planned projects and zoning alternatives with regard to their influence on urban sprawl. This measure is of high priority because it could influence important decisions about future urban development. Similar quantitative analysis and assessments in other environmental sectors have often resulted in significant improvements and a reduction in negative effects.
3. **The implementation of targets, limits and benchmarks.** The EU's 7EAP calls for indicators of resource efficiency. Targets and limits can be set according to regions, in order to reflect differences in natural conditions, and historic and socio-economic development. The *WUP* method provides the quantitative information and benchmarks that are required for the setting of such targets and limits. The level at which the targets and limits are set will depend on the particular planning processes and regulations in each country.
4. **The strengthening of regional planning.** Europe has a rich diversity in planning legislation and planning processes (Reimer et al., 2014). This provides great opportunities to analyse and compare the effectiveness and efficiency of different planning systems, and to learn from best-practice examples. Knowledge transfer, allowing regions to

learn from each other, will foster the improvement of regional planning legislation and planning processes. The EU could greatly promote and contribute to this knowledge transfer. In addition, legislation that contradicts strong regional planning and promotes urban sprawl could be identified and changed; for example, by avoiding that the taxes of municipalities strongly depend on the continuous creation of new building zones. Urban and regional planning could contribute more effectively to controlling urban sprawl than is the case today. The regional planning acts have the opportunity to focus more strongly on the sustainability of land use and should be applied more rigorously than they are today. Accordingly, the existing institutions responsible for urban and regional planning could be strengthened and, if needed, new institutions could also be created in some parts of Europe.

If measures to control urban sprawl are combined appropriately and applied consistently then the scenery of European landscapes will benefit significantly, that is the edges of built-up areas will be more rounded and not frayed. Furthermore, the ratio of buildings outside designated building zones to those within such zones will decline. Built-up areas, in general, will become more compact and suburban areas will become more urban. New settlements will be built mainly in areas with good public transport connections, and not in those in which land is cheap and public transport is hard to access. Aesthetically, the distinctions among urban-looking settlements, rural-looking settlements, historical settlements and open countryside will become more apparent. The high-quality planning of densification will be key for its acceptability by the general public. These changes will be accompanied by a significant shift towards public transport, an increase in densities, a decrease in the distances between places of living, work and recreation, and an increase in intersocial mixing.