



Master Thesis

im Rahmen des
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

„Stadtraumbewertung mit GIS“

GIS als aktives Arbeitsmittel zur Bewertung bestehender Siedlungsräume
und zur Erkennung von Handlungsoptionen am Beispiel der
Bebauungsdichte

vorgelegt von

Dipl. Architekt ETH Stefan P. Hauser
U1209, UNIGIS MSc Jahrgang 2005

Zur Erlangung des Grades
„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) - MSc (GIS)“

Gutachter:
Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Zürich, 30. Oktober 2007

Vorwort und Danksagung

Die vorliegende Arbeit bildet den Abschluss des Masterstudiums am Zentrum für Geoinformatik der Universität Salzburg, welches ich vor mittlerweile bald 3 Jahren begonnen habe.

Obwohl ich bereits im Architekturstudium (Schwerpunkt Planung) erstmals in Kontakt mit GI-Systemen gekommen bin, war der Weg zum Studium der Geoinformationswissenschaften nicht vorgezeichnet. Das Interesse an den Möglichkeiten der neuen Webtechnologien führte zuerst dazu, dass ich nach Abschluss des Architekturstudiums eine Stelle im Bereich der Internetkommunikation antrat, bei der ich vertiefte Informatikkenntnisse und praktische Erfahrungen sammeln konnte. Mittlerweile Leiter eines Abteilungsbereichs, fehlte mir nach fast fünf Jahren jedoch zunehmend der Bezug zu meiner ursprünglichen Ausbildung. Andererseits wollte ich mich aber nicht völlig wegbewegen von den Erfahrungen aus dem Bereich der Informatik.

Mein Ziel war, wieder vermehrt mit planerischen Arbeiten im räumlichen Kontext, jedoch mit dem Schwerpunkt der computergestützten Informationsverarbeitung, zu tun zu haben. Bei der Suche nach Weiterbildungsmöglichkeiten fand ich schliesslich den erwähnten Studiengang am Zentrum für Geoinformatik der Universität Salzburg, wofür ich mich nach reiflicher Überlegung und in Absprache mit meinem Umfeld anmeldete und voller Erwartung begann.

Im Verlaufe des Studiums wechselte ich zu einem neuen Arbeitgeber aus der Branche der Unternehmensberatung, womit ich mich fortan mit Themen von Anforderungserhebung und Konzeptentwicklung, über Evaluation Systemauswahl, bis hin zu GoingLive-Support und Qualitätssicherung befasste. In den vergangenen Jahren konnte ich so wertvolle Erfahrungen sammeln, sei es im Bereich der räumlichen Simulation oder auch bezüglich GIS-Einsatz im Immobilienmanagement beim grössten Immobilienbesitzer der Schweiz.

Für mich hat sich also im Verlaufe der vergangenen sieben bis acht Jahre der Kreis wieder geschlossen: Von der Theorie der Architektur und Planung, über die reine praktische Anwendung der Informatik hin zur räumlichen Informationsverarbeitung sowohl in der Theorie als auch in der Praxis.

Ich denke, dass mir die nun beendete Ausbildung eine gute Ausgangslage für die weitere Lebens- und Karriereplanung bietet, und danke hier Herrn Prof. Dr. Josef Strobl und seinem Team für den fundierten, breitgefächerten und abwechslungsreichen Lehrgang.


Bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit zeigte sich leider, dass der Zugang zu relevanten Geodaten in der Schweiz immer noch ein zeitintensiver Hürdenlauf ist. Deshalb geht ein grosses Dankeschön an die Mitarbeiter jener Firmen und Institutionen, welche mich bei der Beschaffung der benötigten Datengrundlagen tatkräftig und unkompliziert unterstützt haben: Herrn Hans-Ulrich Zaugg vom Bundesamt für Statistik in Neuenburg und den beiden Herren Oliver Baer und Carmelo Iantosca von der AZ Direct AG aus St. Gallen, welche mir zusätzlich in angeregten Diskussionen wertvolle fachliche Hinweise zur Modellentwicklung liefern konnten.

Des Weiteren danke ich meinen Kollegen und Kolleginnen aus der Firma APP Unternehmensberatung AG in Bern, welche mit ihrer Hilfe zur Fertigstellung beigetragen haben: Einerseits Rico Cadegg, welcher als fachfremder Leser die vorliegende Arbeit auf ihre Nachvollziehbarkeit und konzeptionellen Schwächen geprüft hat, sowie Anna Rickhaus für die redaktionelle Durchsicht der Thesis.

Zum Schluss gilt mein Dank all jenen Leuten, welche mich in den vergangenen Jahren immer wieder aufs Neue motiviert haben, insbesondere meiner Familie und den Schweizer UniGIS-Studienkollegen meines Jahrganges.

Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat oder sonstwie veröffentlicht worden ist. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäss übernommen wurden, sind entsprechend gekennzeichnet.



Stefan P. Hauser

Zürich, den 30. Oktober 2007

Kurzfassung

Auch in der Schweiz breiten sich die Agglomerationen fortwährend aus und zerstören wertvolles Kulturland. Räumliche Planung und damit auch die Regelung der Nutzungsart und -dichte der Ressource Boden ist deshalb ein wichtiges Thema im nachhaltigen Umgang mit unserer Umwelt.

Ein Hauptproblem stellen die unterschiedlichen Interessenslagen und Ansprüche der involvierten Gruppen dar, was einen direkten Einfluss auf die Beurteilung der durch die Ämter erarbeiteten Lösungsansätze hat. Es fragt sich, ob diese Situationsanalysen und die davon abgeleiteten Lösungsansätze nicht in einem Modell mit der Abbildung von allgemeinen Bewertungsregeln generalisiert und automatisiert werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit wird am Beispiel der Bebauungsdichte ein Modell zur Bewertung bestehender Siedlungsräume erstellt. Dabei wird aufgezeigt, welche rechtlichen Mittel zur Verfügung stehen, auf welcher Ebene eine Bewertung vorgenommen werden kann, wie diese Bewertung zu einer Gesamtaussage aggregiert werden kann, wie sich Lösungsansätze davon ableiten lassen und welche Vorteile der GIS-Einsatz erbringt.

Stichwörter: Stadt- und Raumplanung, Bewertung, Kennzahlensystem, Entscheidungsunterstützung

Abstract

In Switzerland, developed areas are growing continuously and destroying valuable agricultural land. Spatial planning, land use regulation, population density are important subjects when considering the sustainable development of our environment.

A central problem is reconciling the competing interests and demands of the various stake holders, which has a direct influence on the methodology of resolution generated by the local government. The question is, if it is possible to automate the situational analysis and derived resolutions by reproducing the valuation rules with a generalized model.

The scope of this master thesis is to build such a model based on the density of existing developed areas. It indicates, which legal instruments are available, on which level a valuation can be undertaken, how such a valuation can be aggregated to an overall analysis, how a methodology of resolution can be derived and which approaches benefit from GIS.

Keywords: Urban and regional planning, benchmarking, scorecard, decision support

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung	III
Eigenständigkeitserklärung	V
Kurzfassung	VI
Abstract	VI
Inhaltsverzeichnis	VIII
Abbildungsverzeichnis	XII
Tabellenverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis	XV
0 Einleitung	1
0.1 Motivation	1
0.2 Zieldefinition und Fragestellungen	2
0.3 Vorgehen	2
0.4 Abgrenzungen	3
1 Grundlagen	5
1.1 Ausgangslage/Problematik	5
1.1.1 Bodenverbrauch	5
1.1.2 Nachhaltige Entwicklung	7
1.1.3 Verdichtungsmöglichkeiten	8
1.2 Planung	9
1.3 Raumplanung	10
1.3.1 Geschichte	10
1.3.2 Gesellschaftliches Umfeld	11
1.3.3 Rechtliches Umfeld	13
1.3.3.1 Nominales Raumplanungsrecht	14
1.3.3.2 Funktionales Raumplanungsrecht	15
1.3.3.3 Prinzipien	15
1.3.4 Instrumente der Raumplanung	16
1.4 Orts-/Stadtplanung	17
1.4.1 Kommunale Rechtsvorschriften	17

1.4.1.1	Baureglement/Baurecht	17
1.4.1.2	Zonenplan	19
1.4.2	Bebauungsdichte	21
1.4.2.1	Bestehende Bebauungsdichte	21
1.4.2.2	Optimale Bebauungsdichte.....	22
1.5	GIS in der Raumplanung/Stadtplanung	23
1.5.1	Geschichtliche Entwicklung.....	23
1.5.2	Nutzungsbereiche	24
1.5.3	Datenbasis	25
1.5.4	Vorteile der GIS-Nutzung.....	27
2	Kennzahlen und Bewertungsverfahren.....	29
2.1	Kennzahlen und Kennzahlensystem	29
2.1.1	Definition	29
2.1.2	Arten von Kennzahlen.....	29
2.1.3	Kennzahlensysteme.....	30
2.1.4	Aufgaben und Sinn.....	30
2.1.5	Einsatz in der Raumplanung	31
2.2	Bewertungsverfahren	31
2.2.1	Bewertungsvorgehen.....	31
2.2.2	Verfahrensarten	32
2.2.3	GIS-gestützte Bewertung	32
3	Thesen.....	34
4	Baudichte-Kennzahlensystem	36
4.1	Dichtedifferenz	36
4.2	Bestehende Baudichte.....	37
4.2.1	(Bau-)Dichtekennziffern	37
4.2.1.1	Ausnutzungsziffer (AZ)	38
4.2.1.2	Geschossflächenziffer (GFZ)	38
4.2.1.3	Baumassenziffer (BMZ).....	39
4.2.1.4	Grünflächenziffer/Freiflächenziffer (GZ)	39
4.2.1.5	Überbauungsziffer (UeZ)	39
4.2.2	Auswahl Dichtekennziffer	40
4.2.2.1	Datenbasis	40

4.2.2.2	Umrechnungsmöglichkeiten.....	40
4.2.3	Umwandlung in Hektarraster	44
4.3	Optimale Baudichte	45
4.3.1	Dichtepotenzial	45
4.3.1.1	Ursache-Wirkungsketten	45
4.3.1.2	Dichtebeeinflussende Faktoren	48
4.3.1.3	Auswahl Indikatoren/Merkmale.....	53
4.3.2	Skalenumrechnung.....	55
4.3.2.1	Unterschiedliche Wertebereiche.....	55
4.3.2.2	Ansatz 1: Referenzskalen	56
4.3.2.3	Ansatz 2: Zielwertangleichung.....	57
4.3.2.4	Auswahl Skalenumrechnungsmodell	57
4.4	Bewertung.....	58
4.4.1	Bewertungsraster.....	58
4.4.2	Bewertungsmassstäbe und Gewichtung.....	59
4.4.2.1	Topografie	59
4.4.2.2	Versorgungsgrad	60
4.4.2.3	Erschliessungsgrad	63
4.4.2.4	Belastungsgrad	65
4.5	Funktionale Anforderungen an das System.....	66
5	Umsetzung/Verifikation.....	69
5.1	Vorgehen.....	69
5.2	Testgebiet.....	69
5.2.1	Auswahlkriterien.....	69
5.2.2	Auswahl und Kurzbeschreibung	70
5.2.3	Räumliche Entwicklung 1870-2000.....	71
5.3	Daten.....	73
5.4	Skalenumrechnung.....	73
5.5	Ergebnisdarstellung	74
6	Beurteilung und Erkenntnisse.....	76
7	Fazit und Ausblick.....	79
7.1	Fazit	79
7.2	Ausblick.....	80

8 Literaturverzeichnis	82
Anhang	XVII
A) Skalenumrechnung.....	XVII
B) Einflussfaktoren	XVIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Agglomerationen und Einzelstädte (Quelle: ARE 2005)	1
Abbildung 2: Prozentuale Veränderung der Bodennutzung 1979/85-1992/97 (Quelle: BAFU)	5
Abbildung 3: Veränderung der Bodennutzung in km ² pro Jahr (Quelle: BFS).....	6
Abbildung 4: Bauzonen und Siedlungsflächen (Quelle: ARE 2005)	7
Abbildung 5: Planungsprozess (Entwurf: S. P. Hauser).....	9
Abbildung 6: Umfeld der Raumplanung (Quelle: SCHMID 2006)	11
Abbildung 7: Massgebende Akteure (nach WÜRMLI et al. 1992).....	12
Abbildung 8: Schema Raumplanungsrecht (Quelle: SCHMID 2006).....	14
Abbildung 9: Ausschnitt Zonenplan der Stadt Zürich (Quelle: BZO Stadt Zürich).....	20
Abbildung 10: Baudichte-Problematik (Entwurf: S. P. Hauser 2007)	22
Abbildung 11: Verhältnis von Nettosiedlungsfläche und AZ (Quelle: SCHMID 2006)	23
Abbildung 12: Automatisierungsmöglichkeit Planungsprozess (Entwurf: S. P. Hauser)	28
Abbildung 13: Baudichte-Kennzahlensystem (Entwurf: S. P. Hauser).....	36
Abbildung 14: Ergebnisinterpretation	37
Abbildung 15: Baudichte/Geschosszahl in CH-Städten (Quellen: Bauordnungen der aufgeführten Städte)	41
Abbildung 16: Vergleich Einwohnerzahlen zu Einwohnerdichte (Quelle: Wikipedia) .	43
Abbildung 17: Umrechnungsvorgehen BZO-Daten	45
Abbildung 18: Wirkungskreis „Zu hohe Baudichte“ (Entwurf: S. P. Hauser).....	46
Abbildung 19: Wirkungskreis „Zu tiefe Baudichte“ (Entwurf: S. P. Hauser).....	47
Abbildung 20: Screenshot „Demographische Umgebungsanalyse“ (Quelle: Webseite des Kantons Zürich)	68
Abbildung 21: Schwamendingen um 1870 (Quelle: Siegfriedkarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627).....	71
Abbildung 22: Schwamendingen um 1945 (Quelle: Siegfriedkarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627).....	71
Abbildung 23: Schwamendingen um 1960 (Quelle: Landeskarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627).....	72
Abbildung 24: Schwamendingen um 2000 (Quelle: Landeskarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627).....	72

Abbildung 25: Dichtedifferenz, Stadt Zürich, Kreis 12.....	74
Abbildung 26: Optimale Dichte, Stadt Zürich, Kreis 12	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodennutzung 1992/97 nach Hauptnutzungsarten (Quelle: BFS)	6
Tabelle 2: Instrumente der Raumplanung (nach SCHMID 2006)	16
Tabelle 3: Beschreibung der Bauzonen (Quellen: GILGEN 2006, PBG KtZH, BO StZH).....	19
Tabelle 4: Farbschema Zonenplan Stadt Zürich (Quelle: BZO Stadt Zürich)	20
Tabelle 5: Themenbereiche der raumplanungsrelevanten Daten	26
Tabelle 6: Raumrelevante Daten (Quellen: GLATTHARD 1996, BRP/EJPD 1998) ..	27
Tabelle 7: Umrechnung BMZ/AZ, Beispiel Wiesendangen	41
Tabelle 8: Einwohnerdichte ausgewählter CH-Städte (Quelle: Wikipedia)	42
Tabelle 9: Korrekturfaktor nach Grösse und Grunddichte des betrachteten Siedlungsraumes.....	43
Tabelle 10: Umrechnungsbeispiel Stadt St. Gallen.....	44
Tabelle 11: Faktoren der Topografie.....	49
Tabelle 12: Faktoren der Versorgung.....	50
Tabelle 13: Faktoren der Erschliessung	51
Tabelle 14: Faktoren der Belastung.....	52
Tabelle 15: Verwendete Indikatoren/Merkmale.....	54
Tabelle 16: Indikatoren für optimale Dichte	56
Tabelle 17: Bewertungsraster	59
Tabelle 18: Bewertungsmassstab Hangneigung.....	60
Tabelle 19: Gewichtung Versorgungsgrad.....	61
Tabelle 20: Bewertungsmassstab Freiflächen	61
Tabelle 21: Punktbewertung Geschäftsgrösse.....	62
Tabelle 22: Bewertungsmassstab Lebensmittelversorgung	62
Tabelle 23: Gewichtung Erschliessungsgrad	63
Tabelle 24: Bewertungsmassstab ÖV-Erschliessung	64
Tabelle 25: Bewertungsmassstab MIV-Erschliessung.....	64
Tabelle 26: Gewichtung Belastungsgrad.....	65
Tabelle 27: Bewertungsmassstab ÖV-generierte Belastung	65
Tabelle 28: Bewertungsmassstab MIV-generierte Belastung	66
Tabelle 29: Anforderungen Funktionalitäten	68

Abkürzungsverzeichnis

A	Arbeitszone
AfS	Amt für Städtebau
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
AZ	Ausnützungsziffer
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFS	Bundesamt für Statistik
BFU	Beratungsstelle für Unfallverhütung
BMZ	Baumasseziffer
BV	Bundesverfassung
BZO	Bau- und Zonenordnung
DP	Dichtepotenzial
E	Erholungszone
F	Freihaltezone
G	Gewerbezone
GIS	Geoinformationssystem
GZ	Grünziffer
HBD	Hochbaudepartement der Stadt Zürich
I	Industriezone
K	Kernzone
LV	Landesvermessung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NACE	Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes = Allgemeine Nomenklatur der Wirtschaftszweige in der Europäischen Union
NOGA	Nomenclature générale des activités économiques = Allgemeine Nomenklatur der Wirtschaftszweige (Schweiz)

NO _x	Stickoxide
NSF	Nettosiedlungsfläche
NSL	Netzwerk Stadt-Land
OD	Optimale Dichte
Oe / Ö	Zone für öffentliche Bauten
ORL	Institut für Orts-, Raum- und Landesplanung
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PBG	Planungs- und Baugesetz
Q	Quartiererhaltungszone
R	Reservefläche
RPG	Raumplanungsgesetz
RPV	Raumplanungsverordnung
ÜZ	Überbauungsziffer
VBZ	Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich
VLP	Schweizerische Vereinigung für Landesplanung
VLZ	Verband Lebensraum Zürich
W	Wohnzone
WG	Wohngewerbezone
Z	Zentrumszone

0 Einleitung

0.1 Motivation

Die Schweiz hat trotz Raumplanungsgesetz ein Problem mit zunehmender Bautätigkeit in den städtischen Agglomerationsgebieten. Die Siedlungsfläche weitet sich täglich und scheinbar ungebremst aus. Es gibt Landesteile, in denen man bereits heute auf Fahrstrecken von über 50 Kilometern nicht mehr weiss, wo eine Ortschaft aufhört bzw. wo die nächste bereits beginnt: die so genannte „Mittellandstadt“.

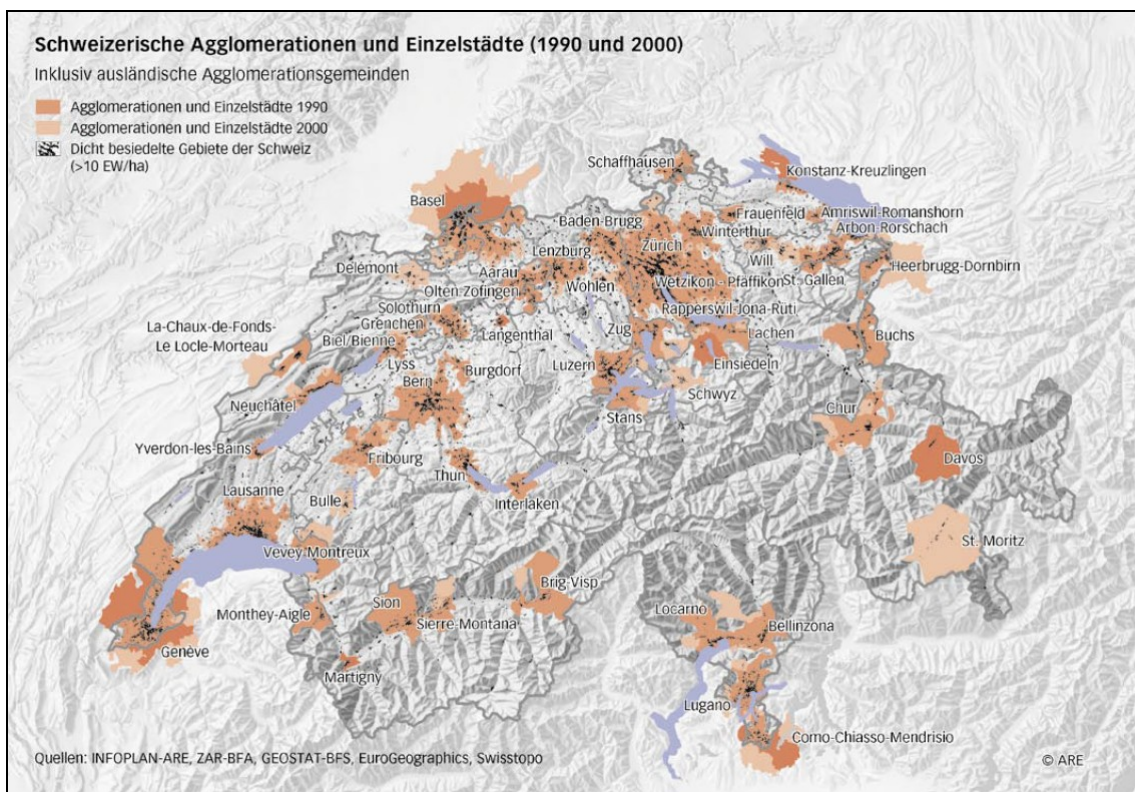


Abbildung 1: Agglomerationen und Einzelstädte (Quelle: ARE 2005)

Über die möglichen Ursachen wurde bereits viel spekuliert und geschrieben: Bevölkerungszuwachs, Migrationsverhalten (Landflucht), erhöhter Wohnraumsanspruch, verkehrstechnische Erschliessung, allgemeine Wertvorstellungen (Eigenheim = gut), etc. Auch eine „Lösung“ wurde bereits erkannt, nämlich die Verdichtung bestehender Siedlungsstrukturen der Neueinzonung von Grundstücken vorzuziehen.

Rechtliche Grundlage für die Steuerung der Siedlungsentwicklung bildet neben der Bauordnung der Zonen- und Nutzungsplan, in dem zum einen die Art und Intensität der Nutzung, zum andern aber auch die zukünftige Planung/Entwicklung erfasst wird.

Dieser Plan wird bei Bedarf stellenweise angepasst und in mehrjährigen Abständen auch komplett überarbeitet.

Hierzu müssen (wie auch bei anderen planerischen Tätigkeiten) diverse Einflussfaktoren auf ihre Relevanz geprüft, die entsprechenden Daten erfasst, aufbereitet und analysiert werden, um eine Entscheidungsgrundlage für oder wider eine bestimmte Veränderungsvariante fällen zu können.

Dabei stellt sich die Frage, ob GI-Systeme bei dieser Überarbeitung als entscheidungsvorbereitende Mittel eingesetzt werden können und welcher Nutzen daraus entsteht.

0.2 Zieldefinition und Fragestellungen

Ziel dieser Arbeit ist:

- das Potenzial von GI-Systemen als Kennzahlensystem zur Bewertung bestehender Siedlungsstrukturen am Beispiel der Bebauungsdichte abzuklären;
- die Anforderungen an ein solches Kennzahlensystem sowohl in Bezug auf die verwendeten Daten, die Bedienung als auch die Ergebnisvisualisierung festzuhalten;
- Erkenntnisse zu gewinnen, welche Vorarbeiten für einen produktiven Einsatz noch zu leisten wären.

0.3 Vorgehen

Das erste Kapitel beginnt mit den Grundlagen. Es beschreibt die allgemeine Ausgangslage und die Grundzüge der Raumplanung in der Schweiz, insbesondere die Aufgaben, das rechtliche und gesellschaftliche Umfeld, die angestrebten Ziele und verwendeten Grundsätze, sowie den heutigen Einsatz von Geoinformationssystemen in der räumlichen Planung.

Das zweite und dritte Kapitel befassen sich mit den theoretischen Ansätzen von Kennzahlensystemen und Bewertungsverfahren, insbesondere auch unter der Berücksichtigung der zusätzlichen Möglichkeiten und Einschränkungen bei der Verwendung geografischer Informationssysteme.

In Kapitel vier werden aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse fünf Thesen aufgestellt, welche anhand der vorliegenden Arbeit bestätigt oder allenfalls widerlegt werden sollen.

Im fünften Kapitel wird ein Modell für ein Bebauungsdichte-Kennzahlensystem vorgeschlagen und konzeptionell aufgebaut. Aus Verständlichkeitsgründen wird hierzu zuerst das Gesamtmodell aufgestellt, dessen einzelne Bereiche danach einzeln hergeleitet und erklärt werden: Referenzwerte, die Dichte beeinflussenden Faktoren, deren Verwendung oder Ausschluss, Bewertungsregeln und -massstab und schliesslich die Gewichtung und Aggregationsregeln. Zudem werden die grundlegenden funktionalen Anforderungen an das zu erstellende IT-System erhoben.

Das sechste Kapitel beinhaltet die Umsetzung und die Verifikation des in Kapitel fünf aufgebauten Modells anhand eines realen Beispiels und zeigt die daraus resultierenden (visuellen) Ergebnisse.

Kapitel sieben fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf weitere zu klärende Fragen und Problemkreise.

0.4 Abgrenzungen

Im gegebenen Zeitrahmen kann nicht das ganze Spektrum des gewählten Themas bearbeitet werden. Um einerseits mit der Arbeit den Rahmen nicht zu sprengen, andererseits aber auch um die Verständlichkeit zu gewährleisten, wurden deshalb mehrere Abgrenzungen und Einschränkungen definiert:

- In erster Linie handelt es sich bei dieser Arbeit um einen theoretischen Ansatz, das heisst, dass das geplante System „auf Papier“ entwickelt wird. Um die Machbarkeit und Korrektheit des Kennzahlensystems zu prüfen, wird anhand eines beschränkten Testgebietes das vorgeschlagene Modell durchgerechnet und visualisiert. Auf eine Umsetzung der gesamten vorgeschlagenen Kennzahlenapplikation mit allen Funktionalitäten wird hingegen verzichtet.
- Um ein allgemeingültiges und für alle mittleren bis grossen Schweizer Städte einsetzbares Modell zu erhalten, wird in erster Linie auf Datensätze zurückgegriffen, welche für die ganze Schweiz einheitlich bezüglich Form, Inhalt und Erhebungsart vorhanden sind. Spezifisch lokale Daten werden erst in

ein verallgemeinertes Format transcodiert/überführt, so dass auf einheitlicher Basis weitergearbeitet werden kann.

- Der Fokus dieser Arbeit richtet sich auf mittlere bis grosse Schweizer Städte mit mehr als 15'000 Einwohnern. Bei kleineren Städten oder gar Dörfern ist die räumliche Ausdehnung zu klein und/oder die Siedlungsstruktur zu locker, als dass verlässliche Aussagen gemacht werden könnten.
- Die Arbeit beschränkt sich auf Gebiete mit reiner Wohnnutzung und gemischte Wohn-/Gewerbegebiete, jedoch keine Industriezonen oder reine Gewerbegebiete. Der Grund liegt in den sehr unterschiedlichen Faktoren, welche für die Festlegung der zulässigen Dichte bei Wohnnutzung (Fokus An-/Bewohner) bzw. industrieller Nutzung (Arbeitsplätze) vorherrschen.
- Fokus ist die Bewertung der bestehenden Bebauungsdichte, was voraussetzt, dass das betrachtete Gebiet bereits überbaut ist. Dadurch sind die Erschliessungskosten, wie zum Beispiel für Strasse, Kanalisation und Gas/Wasser/Strom, wie sie bei Neubaugebieten mit Neuerschliessungen einen grossen Einfluss auf die Entscheidungsfindung bezüglich der zulässigen Dichte haben, nicht relevant. Das Gleiche gilt für andere Faktoren, welche bei einer Neuerschliessung üblicherweise berücksichtigt werden, wie Grundwasserstand, Ortsabrundung, Sichtbarkeit und andere.

1 Grundlagen

1.1 Ausgangslage/Problematik

1.1.1 Bodenverbrauch

Auf der Webseite des Bundesamtes für Umwelt BAFU werden zu verschiedenen Bereichen Aussagen zum Umweltzustand gemacht. Zum Thema Boden lautet sie wie folgt: „Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, Bautätigkeit (sowohl der Prozess wie auch das Ergebnis), Verkehr, Freizeitaktivitäten, Rationalisierung in der Landwirtschaft usw. beanspruchen den Boden mehr als zuvor. Die Flächen werden von Wohnhäusern, Verkehrsinfrastrukturen, Einkaufszentren, Freizeit- und Sportanlagen, Industrie- und Gewerbebetrieben beansprucht, und dies vor allem im Mittelland, wo die produktivsten Böden vorkommen. (...) Der Boden verliert damit allmählich seine Funktionen.“¹

Die genannte Veränderung wird klar offensichtlich, wenn man die Veränderungen der vier Hauptbereiche² der Bodennutzung von 1979/85 bis 1992/97 (Erfassungsjahre Arealstatistik) betrachtet:

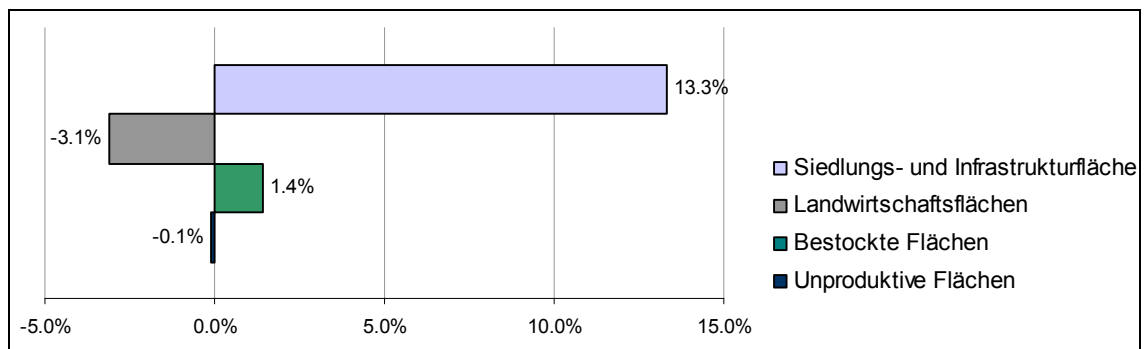


Abbildung 2: Prozentuale Veränderung der Bodennutzung 1979/85-1992/97 (Quelle: BAFU)

Für die Erfassungsjahre 1992/97 sehen die absoluten Zahlen bezüglich der Bodennutzung folgendermassen aus:

¹ Bundesamt für Umwelt: <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/status/03970/index.html?lang=de> (02.08.2006)

² Die 74 Grundkategorien der Arealstatistikdaten werden zu 15 bzw. 25 Nutzungsarten aggregiert, welche wiederum zu den vier genannten Hauptbereichen zusammengefasst werden.

Bodennutzung	km ²	%	Diagramm
Siedlungs- und Infrastrukturflächen	2'791	6.8	
Landwirtschaftliche Nutzflächen	15'251	36.9	
Bestockte Flächen	12'717	30.8	
Unproduktive Flächen	10'526	25.5	
Σ	41'285	100.0	

Tabelle 1: Bodennutzung 1992/97 nach Hauptnutzungsarten (Quelle: BFS)

Umgerechnet ergeben sich aus den genannten Zahlen folgende jährliche Veränderungen der Bodennutzung in Quadratkilometern:

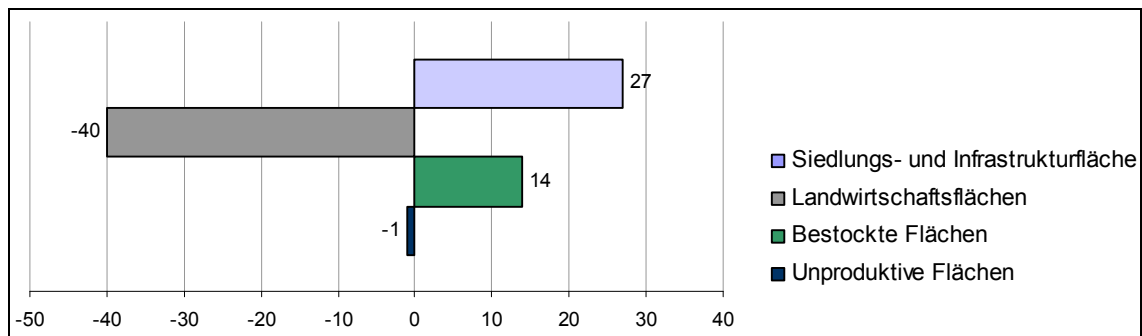
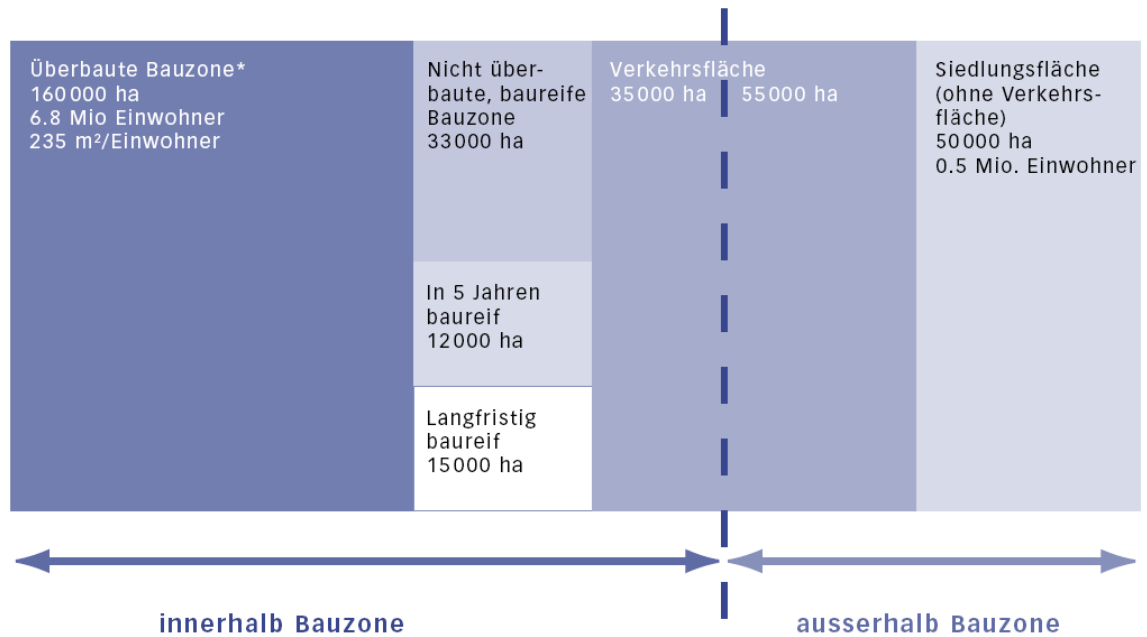


Abbildung 3: Veränderung der Bodennutzung in km² pro Jahr (Quelle: BFS)

Nebst der Zersiedelung und Nutzung des landwirtschaftlich geeigneten Bodens für Siedlungs- und Infrastrukturflächen nimmt auch der Waldbestand zu, da einstiges Kulturland zunehmend nicht mehr gepflegt wird. Hingegen werden als unproduktiv geltende Flächen wie Gewässer, Fels, Gletscher kaum neu urbar gemacht.

Die Ergebnisse der Bodenstatistik 2004/10 liegen noch nicht flächendeckend für die gesamte Schweiz vor. Aus den bisherigen Zahlen lässt sich aber absehen, dass sich der bestehende Trend fortsetzt und der Druck auf die Nicht-Siedlungsflächen anhält. Der Zuwachs der Siedlungsfläche beträgt weiterhin annähernd ein Quadratmeter pro Sekunde, wobei ein Drittel davon dem Bau von Einfamilienhäusern dient (ARE 2005).

Aus Abbildung 4 geht hervor, dass bereits 60'000 Hektaren noch nicht überbautes Land als Bauzone ausgewiesen sind:



* Bauzone ohne Freihaltezone, Zone für militärische Bauten und Anlagen, Abbau- und Deponiezone, Gartenbauzone
 Quellen: INFOPLAN-ARE, Digitale Bauzonen der Kantone (2000), Bauzonenerhebung 1987, Arealstatistik 1992-97, Volkszählung 1990/2000 (GEOSTAT)

© ARE

Abbildung 4: Bauzonen und Siedlungsflächen (Quelle: ARE 2005)

Bei gleicher Einwohnerdichte wie in der bereits überbauten Bauzone (42.5 Einw./ha) bietet dieses Gebiet Wohn-, Lebens- und Arbeitsraum für zusätzliche 2.5 Millionen Einwohner, was angesichts der bestehenden demografischen Entwicklung den Bedarf für die nächsten Jahrzehnte bei weitem übertrifft. Trotzdem wird weiterhin „eingezont“.

1.1.2 Nachhaltige Entwicklung

Gemäss dem so genannten Brundlandt-Bericht³ versteht man unter nachhaltiger Entwicklung „... eine Entwicklung, welche weltweit die heutigen Bedürfnisse zu decken vermag, ohne für künftige Generationen die Möglichkeiten zu schmälern, ihre Bedürfnisse zu decken.“ In Anbetracht der aufgeführten Punkte kann deshalb heute nicht von einem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden die Rede sein.

Wie in HDB/AFS (2005) beschrieben, ist es hierbei wichtig festzuhalten, „dass Nachhaltigkeit eine Folge des Gleichgewichtes zwischen der zivilisatorischen Entwicklung (Gesellschaft und Wirtschaft) und der Regenerationsfähigkeit der beanspruchten natürlichen Ressourcen (Umwelt) ist. Nachhaltigkeit ist deshalb nur aus der kombinierten Sicht von Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zu verstehen.“ Das bedeutet, dass bei den vorhandenen Ansprüchen seitens der Gesellschaft und Wirtschaft

³ Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundlandt-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven 1987

bezüglich der Bodennutzung eine nachhaltige Entwicklung nur möglich ist, wenn der zusätzliche Bedarf grösstenteils durch verbesserte Nutzung bestehender Bauzonen gedeckt werden kann.

1.1.3 Verdichtungsmöglichkeiten

Eine bessere Nutzung der in den Siedlungsräumen vorhandenen Bauzonen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

- Durch die Veränderung der Schweizer Wirtschaftsstruktur in den 70er- und 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts, bei der sich der Schwerpunkt weg vom sekundären Sektor (Industrie) hin zum tertiären Sektor (Dienstleistungen) verlagerte, sind grosse, innerstädtische Flächen frei geworden. Durch Umzonung können diese Brachen einer neuen Nutzung zugeführt werden.
- Die rechtlich maximal zulässige Nutzung wird gerade in peripheren Lagen oftmals nicht ausgeschöpft. Eine Mindestnutzung ist rechtlich jedoch häufig nicht vorgesehen.
- Die vorgeschriebene maximale Nutzungsintensität ist meist nicht mehr zeitgemäss. Eine Anpassung derselben an veränderte Rahmenbedingungen kann ebenfalls helfen, den Druck auf das Siedlungsumland zu reduzieren.

Zudem ist auch aus rein wirtschaftlichen Gründen die bessere Nutzung bestehender Bauzonen der Neueinzonung vorzuziehen. Eine dünne Besiedlung mit freistehenden Einfamilienhäusern zieht gemäss der Studie von PRO NATURA (2005) bis zu 60 Prozent höhere Infrastrukturkosten pro Kopf und Jahr nach sich als eine Bebauung mit mehrstöckigen Wohnblöcken.

Um die lokal vorhandenen Möglichkeiten zu erkennen und eine zielgerichtete Steuerung der gewünschten Veränderung zu ermöglichen, ist eine koordinierte Planung nötig. Was aber ist „Planung“?

1.2 Planung

„Planung ist ein informationsverarbeitender Entscheidungsprozess, bei dem das Problem zu lösen versucht wird, aus Alternativen jene Handlungsmöglichkeit auszuwählen, die einen möglichst hohen Erwünschtheitsgrad besitzt.“ ADAM (1980).

In dieser Definition von Planung werden mehrere wichtige Punkte aufgeführt :

- Informationsverarbeitung (= Bewertung)
- Entscheidung
- Alternativen (= Handlungsoptionen)
- Erwünschtheitsgrad (= Vision/Ziele)

Grafisch verdeutlicht und vereinfacht sieht ein Planungsprozess folgendermassen aus:

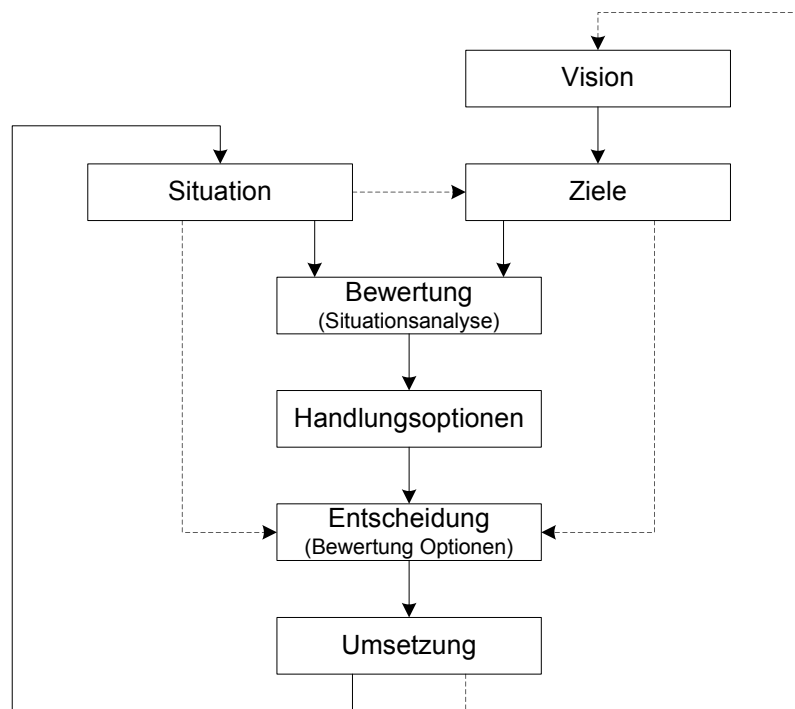


Abbildung 5: Planungsprozess (Entwurf: S. P. Hauser)

Während einer Planung müssen also Entscheidungen getroffen werden. Um überhaupt zu einer Auswahlmöglichkeit zu kommen, muss einerseits die vorhandene Situation erfasst werden, andererseits muss eine Vorstellung bezüglich der zu erreichenden Ziele bestehen, welche wiederum eine Vision konkretisieren.

Mit den Informationen bezüglich dem *Ist* (Situation) und dem *Soll* (Ziele) kann eine Situationsanalyse vorgenommen werden (Bewertung), aus der sich verschiedene Vorgehensweisen bezüglich der Zielerreichung (Handlungsoptionen) ableiten lassen. Dabei gilt es festzuhalten, dass es meist mehrere Handlungsoptionen gibt, wobei sich jedoch je nach Präferenz die eine oder andere besser eignet.

Wie sieht aber die Planung im räumlichen Kontext aus? Welche gesetzlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sind gegeben, welche Ziele werden verfolgt und welche Umsetzungsmittel stehen zur Zielerreichung zur Verfügung?

1.3 Raumplanung

1.3.1 Geschichte

Wie LENDI (1996) und KOLL-SCHRETZENMAYR/MEIER (2004) in ihren Artikeln zur Geschichte der Raum- bzw. Landesplanung der Schweiz ausführen, lassen sich mehrere Phasen ausmachen:

Die Frühphase der Landesplanung, in welcher man eher punktuell und ohne ganzheitlichen Anspruch vorging, beginnt im 19. Jahrhundert und dauert bis zum ersten Weltkrieg. Zuerst mit einer betonten Ausrichtung auf die „Industrialisierung, des Aufbaues der Infrastruktur und der Schaffung eines nationalen Binnenmarktes“ (LENDI 1996), verschob sich der Akzent anfangs des 20. Jahrhunderts auf die städtischen Gebiete als Folge der hygienischen Missstände.

Es folgte eine Übergangsphase in den Zwischenkriegsjahren mit der grossen Weltwirtschaftskrise, in der die Planung in erster Linie als Rahmen für Arbeitsbeschaffungsmassnahmen verwendet wurde und weitere Meliorationen zwecks Gewinnung von Kulturland („Anbauschlacht“) durchgeführt wurde.

Ab den 40er-Jahren folgte die Phase der Institutionalisierung der Landesplanung mit der Gründung der Schweizerischen Vereinigung für Landesplanung VLP und der Errichtung einer Zentralstelle für Landesplanung an der ETH, welche 1961 als ORL-Institut (heute NSL) ein eigenständiges Institut wurde. Als Meilensteine auf juristischer Ebene gelten der Verfassungsartikel 22quater von 1969, welcher den Begriff „Raumplanung“ einführte und den Begriff „Landesplanung“ ablöste, sowie die

Konkretisierung des Verfassungsartikels im Rahmen des Raumplanungsgesetzes (RPG) von 1980.

Ab Mitte der 80er-Jahre folgte eine Ausweitung der Optik weg von der reinen Bodennutzungsplanung hin zu einem verknüpften, dynamischen, mehrdimensionalen Bild unter Einbezug von wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen:

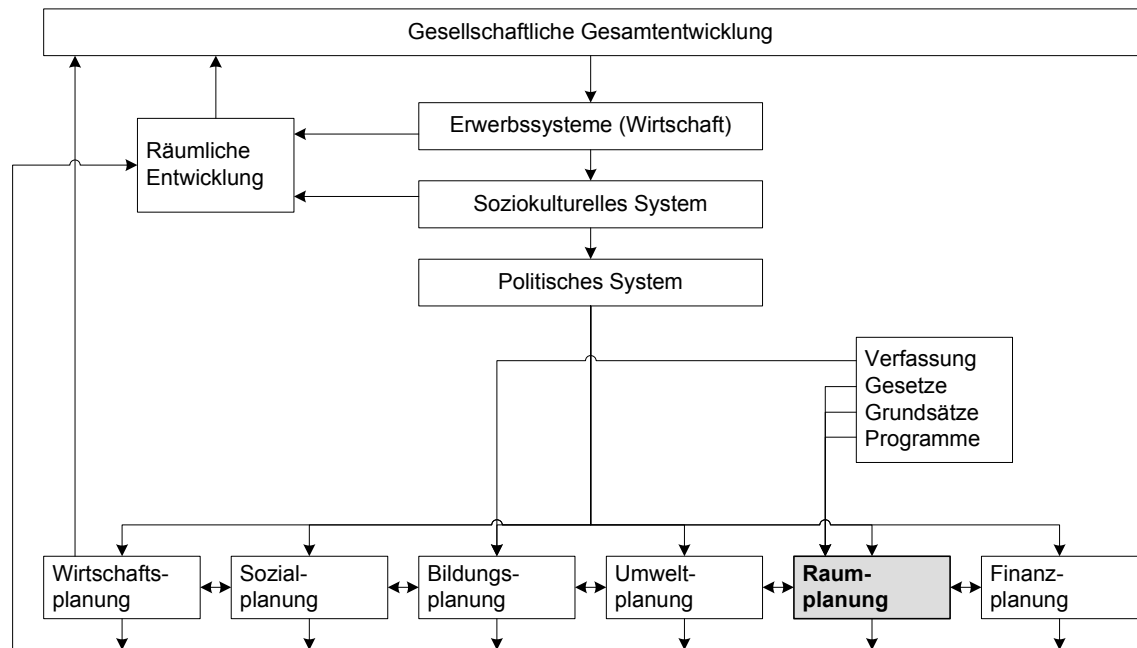


Abbildung 6: Umfeld der Raumplanung (Quelle: SCHMID 2006)

In den letzten Jahrzehnten hat sich daher ein breiter Konsens bezüglich der Notwendigkeit einer ganzheitlichen Raumplanung gebildet, obwohl oder gerade weil immer wieder nationale Diskussionen wie zum Beispiel um „Galmiz“⁴ in den Jahren 2004/2005, bei der es um die vorsorgliche Umzonung erstklassiger Anbaufläche in die Industriezone ging, geführt werden.

Bei der Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung fällt auf, dass sich der Fokus der Raumplanung stark verschoben hat, was neue Anforderungen nach sich gezogen hat.

1.3.2 Gesellschaftliches Umfeld

Wie erwähnt gibt es in der räumlichen Planung diverse Interessens- und Anspruchsgruppen, welche man auch als „Stakeholder“ bezeichnet: Anwohner, Investoren, „Allgemeinheit“, Grundeigentümer, Verbände, Gewerbe.

⁴ Aktionskomitee Galmiz, Hans Weiss: <http://www.g26.ch/galmiz/> (04.08.2007)

Auf räumlich übergeordneter Ebene besteht primär ein Konflikt bezüglich der Art der Bodennutzung: Wo soll gebaut werden dürfen, welche Fläche dient der Landwirtschaft, wo soll die neue Autobahn durchgeführt werden? Diese Problemstellung wird in dieser Arbeit nicht angegangen, da sich der Fokus dieser Master Thesis auf die Bewertung bestehender Siedlungsräume richtet.

Innerhalb bestehender Siedlungsräume lassen sich unter den Stakeholdern vier Hauptgruppen ausmachen: Das Gemeinwesen, also die Kommunalbehörden und alle nicht direkt betroffenen Einwohner, die direkten Nachbarn, welche unmittelbar in ihrem Lebensumfeld von einer Massnahme betroffen sind, die Nutzer, die von einer geplanten Massnahme profitieren, und die Grundeigentümer, deren Besitz je nach geplantem Eingriff an Wert gewinnt oder verliert.

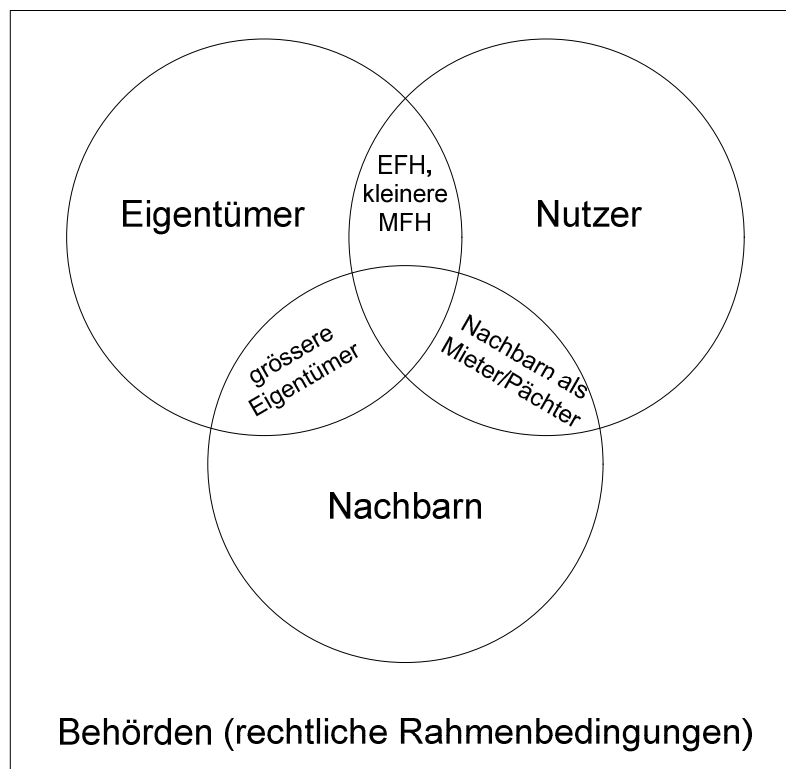


Abbildung 7: Massgebende Akteure (nach WÜRMLI et al. 1992)

Deren Interessen sind sehr unterschiedlich und widersprechen sich zum Teil diametral, weshalb gerade bei sehr grossen Planungen das Konzept der „Kooperativen Entwicklungsplanung“, wie es in EBERHARD/LÜSCHER (2007) beschrieben ist, angewendet wird. Wichtigstes Mittel dabei ist der Einbezug und der Dialog mit allen involvierten und betroffenen Kreisen, wobei man sich in mehreren Phasen der Lösung annähert. Ziel ist es, dass jeder für sich selbst einen Gewinn in der neuen Lösung

erkennen kann. Wie sich am Beispiel Zürich West (vergleiche EBERHARD/LÜSCHER 2007) zeigt, ist ein solches Vorgehen zwar sehr erfolgsversprechend, benötigt aber einen sehr langen Zeitraum und muss auf ein klar bestimmtes Gebiet begrenzt werden, welches als Ganzes einer neuen Nutzung zugeführt wird.

Bei allgemeinen Änderungen der planungsrechtlichen Vorgaben, wie z. B. der Ermöglichung der Verdichtung von bestehenden Siedlungen, kann dieses Modell nicht angewendet werden. Zu stark divergieren die Vor- und Nachteile der einzelnen Stakeholder, als dass ein Ausgleich erzielt werden kann: Der Grundeigentümer gewinnt, da sein Grundstück an Wert gewinnt, egal ob er nun nachverdichtet oder nicht. Die Anwohner hingegen sehen für sich keinen Gewinn, sondern nur die daraus resultierende verbaute Aussicht, das Verschwinden eines Gartens, etc. Der Gewinn für die Allgemeinheit, der dadurch entsteht, dass ein unter Umständen weit entferntes Areal nicht in die Bauzone eingezont wird, ist nicht unmittelbar greifbar.

Deutlich wurde dies an einer Podiumsdiskussion des Verbundes Lebensraum Zürich (VLZ) zum Thema „Bauliche Verdichtung: Chancen und Risiken“⁵. Während seitens der öffentlichen Hand der Bedarf an zusätzlichem Wohnraum in der Stadt als gegeben betrachtet wird und im Hinblick auf potenzielle Steuerzahler dessen Erstellung auch gefördert wird, wurden seitens der Anwohner die Möglichkeiten der Nachverdichtung durchwegs sehr kritisch beurteilt oder gar abgelehnt – meist mit Vorher-/Nachher-Fotografien, welche durch geschickte Wahl des Bildausschnittes die eigene Meinung untermauerten.

1.3.3 Rechtliches Umfeld

Allgemein wird in der Rechtslehre zwischen nominalem und funktionalem Raumplanungsrecht unterschieden. THOMANN (2001) definiert den Unterschied folgendermassen:

„Unter dem nominalen Raumplanungsrecht sind die eigentlichen Gesetzesgrundlagen zur Raumplanung zu verstehen. Es bezeichnet die Planungsinstrumente, -verfahren und -träger und schreibt die materiellen Planungsgrundsätze fest.

Das funktionale Raumplanungsrecht ist gleich der Summe aller Rechtsnormen, die in ihrer Anwendung der Herbeiführung einer angestrebten Raumordnung dienen.“

⁵ Verbund Lebensraum Zürich. 5. Grünforum – Bauliche Verdichtung: Chancen und Risiken. Referate und Podiumsdiskussion. 15. Mai 2007, Zürich.

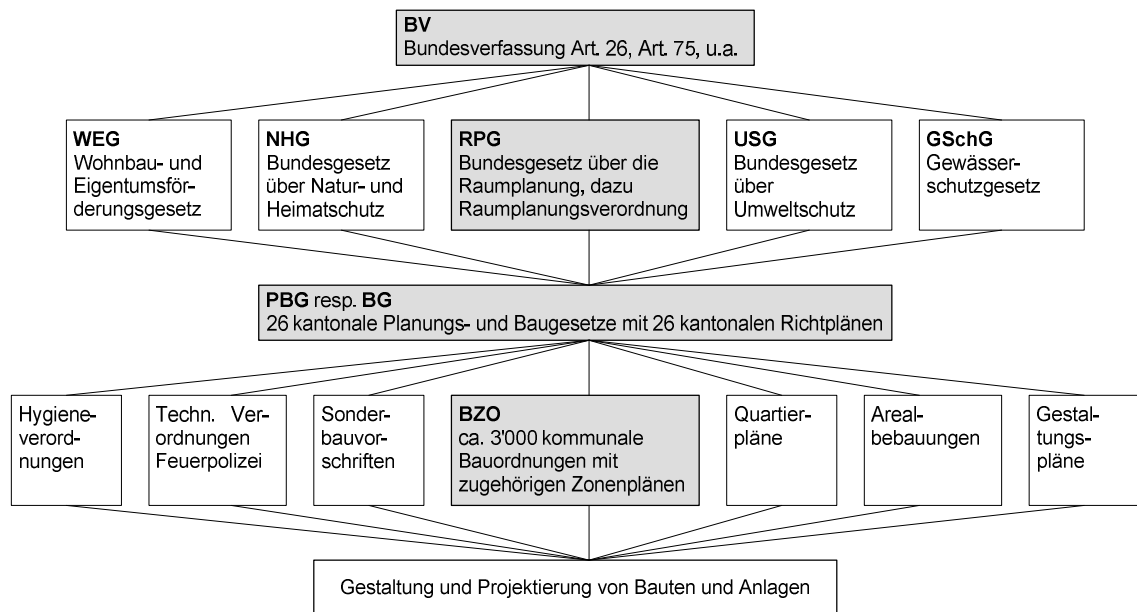


Abbildung 8: Schema Raumplanungsrecht (Quelle: SCHMID 2006)

1.3.3.1 Nominales Raumplanungsrecht

Das nominale Raumplanungsrecht gründet auf den Verfassungsartikeln 26 - Eigentumsgarantie (früher 22^{ter}) und 75 - Raumplanung (früher 22^{quater}):

- Die Erwähnung der Eigentumsgarantie ist deshalb wichtig, weil es erst dadurch möglich wird, dass der Staat regelnd in den (Boden-)Markt eingreifen kann. Ohne die Garantie von allfälligen Entschädigungen wäre ein Raumplanungsartikel wohl nie eingeführt worden.
- Artikel 75 - Raumplanung beinhaltet mehrere Punkte: Er verpflichtet die Kantone zur Schaffung einer Raumplanung, definiert den Zweck der Raumplanung („Zweckmässige und haushälterische Nutzung des Bodens und geordnete Besiedlung“), hält die Rechtssetzungskompetenz des Bundes fest, drängt auf die Kooperationspflicht und verpflichtet Bund und Kantone in Erfüllung ihrer Aufgaben, die Erfordernisse der Landes-, Regional- und Ortsplanung zu berücksichtigen.

Die verfassungsmässigen Vorgaben sind auf Bundesebene im Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG), Nr. 700, sowie in der Raumplanungsverordnung (RPV), Ziffer 700.1, konkretisiert.

Diese Grundlagen sind auf kantonaler Ebene in Planungs- und Baugesetze (PBG) und den zugehörigen Richtplänen umgesetzt, welche wiederum als Rahmen für die kommunalen Bau- und Zonenordnungen dienen.

Innerhalb dieser je nach Kanton unterschiedlichen Vorgaben haben die einzelnen Gemeinden jeweils eine eigene Bauordnung mit zugehörigem Zonenplan erlassen, was die gemeinde-/kantonsübergreifende Vergleichbarkeit behindert und die Entwicklung eines „überall“ einsetzbaren Bewertungsmodells, wie es mit dieser Arbeit verfolgt wird, erschwert.

1.3.3.2 Funktionales Raumplanungsrecht

Auf die verschiedenen Elemente des funktionalen Raumplanungsrechts, insbesondere auch deren kommunalen Ausprägungen wie zum Beispiel den Sonderbauvorschriften, Quartierplänen oder Arealbebauungen wird im weiteren Verlauf der Thesis nicht weiter eingegangen, da diese nur sehr lokal begrenzt ihre Gültigkeit haben.

1.3.3.3 Prinzipien

Gemäss SCHMID (2006) fusst das Schweizer Raumplanungsrecht auf drei Prinzipien, welche sich auch in anderen Rechtsbereichen finden lassen:

- Subsidiaritätsprinzip
Wie in den meisten Bereichen gilt auch beim Raumplanungsrecht das Subsidiaritätsprinzip, d. h. dass eine Aufgabe jeweils von einer untergeordneten Stelle wahrgenommen wird, sofern sie sie bewältigen kann.
- Kooperationsprinzip
Alle Akteure sind dazu angehalten, über den „Tellerrand“ zu schauen, d. h., sich nicht nur auf ihren Einflussbereich zu beschränken, sondern auch sich mit den anderen Akteuren abzusprechen und die Planung zu koordinieren.
- Gegenstromprinzip⁶
Da sich raumplanerische Eingriffe jeweils nicht nur auf die aktuelle Planungsebene auswirken, sondern auch einen Einfluss auf übergeordnete bzw. untergeordnete Ebenen haben, muss darauf geachtet werden, dass sich lokale Tätigkeiten in die übergeordnete Gesamtordnung einfügen (bottom-up) bzw. diese Gesamtordnung Rücksicht nimmt auf die Erfordernisse der lokalen Eigenheiten (top-down).

⁶ Umweltlexikon: <http://www.umweltdatenbank.de/lexikon/gegenstromprinzip.htm> (04.08.2007)

1.3.4 Instrumente der Raumplanung

Nebst den allgemeinen gesetzlichen Grundlagen gibt es auch verbindliche Instrumente, welche diese Gesetze konkretisieren.

Planungsebene	Pläne		
	Konzepte Leitbilder	Richtpläne (Teilrichtpläne)	Nutzungspläne (Teilnutzungspläne)
Bund	X		
Kanton	(X)	X	(X)
Region		X	(X)
Gemeinde		(X)	X

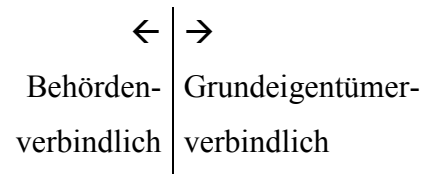


Tabelle 2: Instrumente der Raumplanung (nach SCHMID 2006)

Konzepte und Leitbilder

Die Konzepte und Leitbilder sind themenorientiert und beziehen sich meist auf das gesamte Staatsgebiet. Die Themen reichen vom Verkehr und der Infrastruktur der Luftfahrt über nationale Sportanlagen bis zu Landschaftskonzepten.

Richtplan

Die Richtpläne geben auf kantonaler oder regionaler (Zusammenschluss mehrerer Gemeinden) Ebene eine Vorgabe, einen Handlungsrahmen, innerhalb welchem die Kommunen ihre Planung vornehmen müssen.

Nutzungsplan

Der Nutzungsplan regelt Zweck, Ort und Mass der zugelassenen Bodennutzung mittels Zonenplan, Baulinienplan, Gestaltungsplan, Quartierplan, Erschliessungsplan, etc. Im Gegensatz zu den Konzepten, Leitbildern und Richtplänen, welche sich an die jeweiligen Behörden richten, sind die Nutzungspläne auf kommunaler Ebene das Hauptsteuerungselement und für alle Grundeigentümer verbindlich.

1.4 Orts-/Stadtplanung

Die Ortsplanung beschreibt die kommunale Planung innerhalb einer politischen Gemeinde (vs. Schulgemeinde, Kirchengemeinde, Einwohnergemeinde).

Das Ziel ist hier vor allem eine geordnete Besiedlung des vorhandenen Raumes im Hinblick auf eine haushälterische, zweckmässige und ausgewogene Nutzung. Als Rahmen gilt die Richtplanung und eventuelle regionale Planungsziele.

Als Mittel zur Steuerung stehen der Gemeinde die Zonenplanung und das Baurecht zur Verfügung, welche natürlich nicht übergeordneten Gesetzen oder Vorschriften widersprechen dürfen (vgl. Abbildung 8, Kapitel 1.3.3).

1.4.1 Kommunale Rechtsvorschriften

1.4.1.1 Baureglement/Baurecht

Das Baureglement bzw. das kommunale Baurecht beschreibt detailliert die Möglichkeiten und Einschränkungen, jedoch ohne geografischen Bezug.

Eine der wichtigsten Vorgaben ist die Aufteilung in Bau- und Nichtbauzonen. Die Bauzone ist in diverse Zonenklassen eingeteilt, zum einen nach der Art der Nutzung, zum anderen nach der Intensität der Nutzung (normalerweise nach der maximal zulässigen Bauhöhe in Anzahl Geschossen).

Kürzel	Name	Beschreibung
W(1-5)	Wohnzone	Die Wohnzone dient in erster Linie der Wohnnutzung, wobei aber üblicherweise auch nicht störende Betriebe zugelassen sind. Normalerweise korrespondiert die zulässige Geschoszahl (Ziffer im Kürzel) mit dem zulässigen Dichtemass, manchmal wird aber auch bei gleicher Geschoszahl nach verschiedenen Dichteziffern unterschieden (W2a locker, W2b dicht).

Kürzel	Name	Beschreibung
G	Gewerbezone	<p>Die Gewerbezone ist für mässig störende Betriebe gedacht, eine Wohnnutzung ist normalerweise nur für Personen zulässig, deren dauernde Anwesenheit für den Betrieb notwendig ist.</p> <p>Aufgrund der sehr unterschiedlichen Produktionsarten wird normalerweise keine maximale Geschosszahl erlassen.</p>
I	Industriezone	<p>In der Industriezone können stark störende Betriebe tätig sein. Die Dichte wird üblicherweise über das maximal zulässige Volumen definiert.</p>
A/IHD	Arbeitszone/Industrie- zonen mit Zulassung von Handels- und Dienstleistungs- betrieben	<p>Arbeitszonen sind eine Kombination von Gewerbe- und Industriezone. Sie sind gedacht für Nutzungen, welche in Wohnzonen nicht erwünscht sind, unabhängig von der Art der getätigten Arbeit (Stadt Zürich: IHD-Zonen).</p>
GsZ	Geschäftszone/ Dienstleistungszone	<p>Geschäftszonen sind gedacht für Betriebe des tertiären Sektors mit erhöhtem Publikumsverkehr, welche über eine gute Anbindung an den öffentlichen Verkehr verfügen müssen.</p>
WG(1-5)	Gemischte Wohn- und Gewerbezone	<p>Im Gegensatz zur reinen Wohnzone sind in der gemischten Wohn- und Gewerbezone auch <u>mässig</u> störende Betriebe zugelassen. Wie in der Wohnzone wird die Dichte üblicherweise über die zulässige Geschosszahl gesteuert.</p>
K/Z (3-6)	Kern-/Altstadt-/ Zentrumszone	<p>Kern-, Altstadt- und Zentrumszonen sind üblicherweise gemischte Zonen und dienen zum einen der Förderung von Zentrumsfunktionen (Verwaltung, Freizeit, Dienstleistungen), zum anderen dem Erhalt historischer Ortsbilder.</p>

Kürzel	Name	Beschreibung
Q (1-5)	Quartiererhaltungszone	In Zürich dienen hierzu auch speziell die Quartiererhaltungszone. Diese umfassen ebenfalls erhaltungswerte Substanz und Strukturen, ohne dass sie jedoch eine Zentrumsfunktion aufweisen müssen.
Oe (1-5)	Zone für öffentliche Bauten und Anlagen	Öffentliche Zonen dienen zum einen öffentlich zugänglichen Gebäuden, wie z. B. Schulen, Museen oder Kirchen, zum anderen aber auch Einrichtungen ohne eigentliche Bebauung, wie Parks, Friedhöfe oder Sportplätze. Bei Bebauungen hält sich die Dichte üblicherweise an die selbe Einteilung wie die reine Wohnzone W.
G/F/E	Grün-/Freihaltezone, Erholungszone	Grün- bzw. Freihaltezone und Erholungszone dürfen üblicherweise nicht oder nur eingeschränkt („dem Zonenzweck dienend“) bebaut werden. Sie dienen häufig dazu, für die Allgemeinheit wertvolle Gebiete innerhalb von Siedlungsräumen zu schützen, bspw. Aussichtslagen, Alleen oder Seeufer.

Tabelle 3: Beschreibung der Bauzonen (Quellen: GILGEN 2006, PBG KtZH, BO StZH)

1.4.1.2 Zonenplan

Die geografische Zuordnung der Parzellen zu den verschiedenen Nutzungszonen und -klassen erfolgt im Zonenplan. Dieser zeigt mittels einer Farbkodierung die Art und Intensität der erlaubten Nutzung.

Durchgesetzt hat sich eine Kombination von Farbspektrum für die Art und variabler Helligkeit der Farbe für die Intensität der Nutzung, wobei eine dunklere Farbe eine höhere Nutzungsintensität bedeutet.

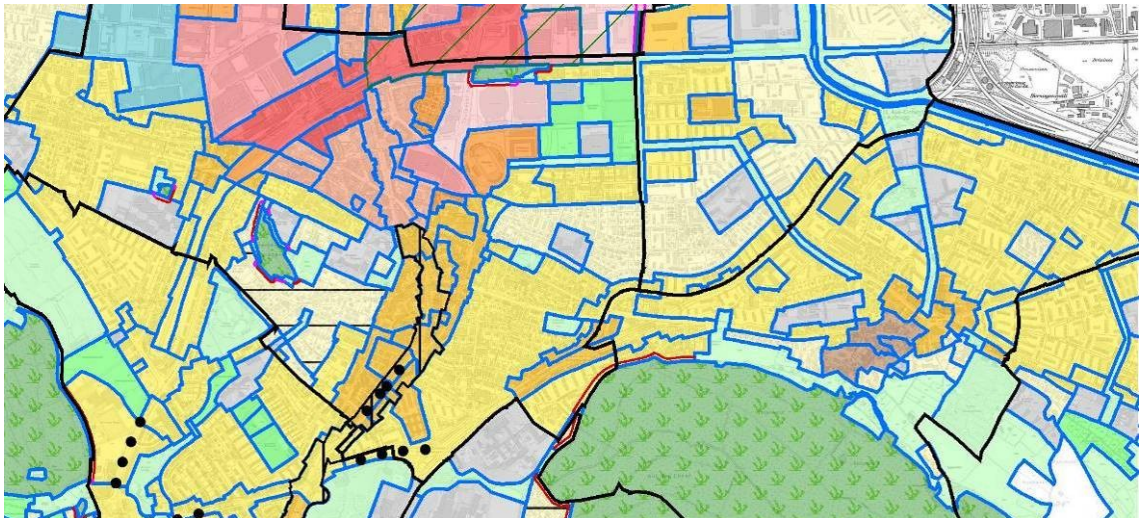


Abbildung 9: Ausschnitt Zonenplan der Stadt Zürich (Quelle: BZO Stadt Zürich⁷)

In Zürich wird folgendes Farbschema verwendet, wobei noch zusätzliche Abstufungen und Ergänzungen möglich sind:

Zonenbezeichnung	Anzahl Geschosse					
	2	3	4	5	6	7
W - Wohnzone						
Z - Zentrumszone						
IHD - Industriezone mit Handel und Dienstleistung						
I - Industriezone						
Oe - Zone für öffentliche Bauten	+ Geschosshöhe (2-7)					
Q - Quartiererhaltungszone	+ Geschosshöhe (2-7)					
K - Kernzone	+ Geschosshöhe (2-7)					
E - Erholungszone						
F - Freihaltezone						
L - Landwirtschaftszone						
R - Reservezone						

Tabelle 4: Farbschema Zonenplan Stadt Zürich (Quelle: BZO Stadt Zürich)

⁷ Stadt Zürich: <http://www.bzo.stadt-zuerich.ch/> (02.08.2007)

1.4.2 Bebauungsdichte

Die mögliche Intensität der Nutzung zielt eigentlich darauf ab, in Wohngebieten die Anzahl Bewohner bzw. in Gewerbe- und Industriegebieten die Anzahl der Arbeitsplätze und des Kundenaufkommens zu beeinflussen, um die daraus resultierenden negativen Auswirkungen in annehmbaren Grenzen zu halten.

Da aber rechtlich nicht festgelegt werden kann, wie viele Personen z. B. in einem Wohnhaus wohnen dürfen, wird die Nutzungsdichte indirekt über die Bebauungsdichte gesteuert. Wenn also von Bebauungsdichte gesprochen wird, so ist damit gleichzeitig die Nutzungsdichte gemeint, und umgekehrt.

Üblicherweise wird die zulässige Bebauungsdichte in Form der so genannten Ausnützungsziffer festgelegt. Diese beschreibt die Dichte durch das Verhältnis der anrechenbaren Bruttogeschossfläche im Verhältnis zur anrechenbaren Grundfläche. Daneben finden in der Schweiz aber auch andere Berechnungsgrundlagen Verwendung.

1.4.2.1 Bestehende Bebauungsdichte

Die festgelegte, rechtlich maximal zulässige Nutzung ist oft nicht mehr zweckmässig, da sie meist bereits vor Jahrzehnten festgelegt wurde. Zum Teil sind die entsprechenden rechtlichen Vorgaben sogar über 50 Jahre alt.

Da sich aber die Stadt und auch der angrenzende Siedlungsraum in der Zwischenzeit sehr stark weiterentwickelt haben (Verkehr, u. a.), sind die Werte veraltet.

Auch die Geisteshaltung und damit die mit der Festlegung von maximal zulässiger Nutzung verfolgten Planungsziele haben sich verändert und werden sich weiterhin verändern, obwohl die Dichtekennzahlen wie die meisten Begriffe aus dem Baurecht eigentlich nichts über die Qualität der resultierenden städtebaulichen Struktur aussagen. Trotzdem wird der Begriff oftmals mit bestimmten Wertvorstellungen verknüpft.

Die Ist-Situation basiert demnach auf Faktoren, welche sich im Verlauf der Zeit verändert haben. Das heisst, dass die aktuelle Situation nicht mehr den aktuellen vorherrschenden Faktoren entspricht (rotes Delta = „Problem“).

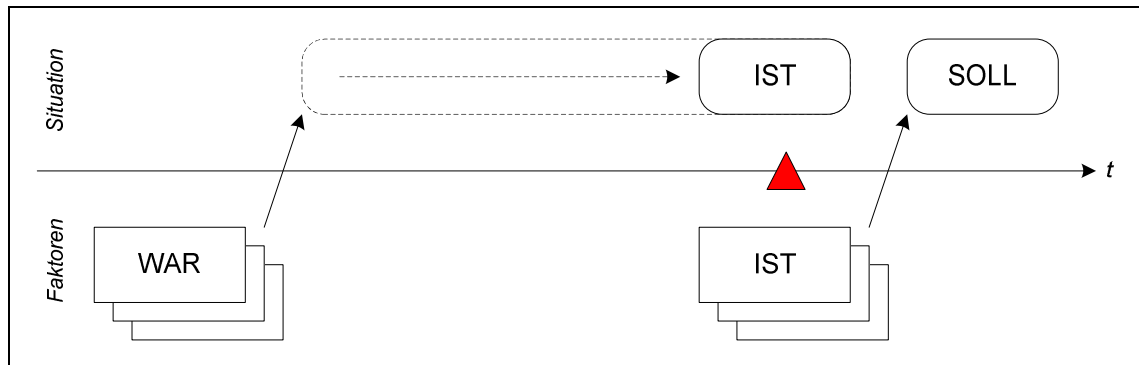


Abbildung 10: Baudichte-Problematik (Entwurf: S. P. Hauser 2007)

1.4.2.2 Optimale Bebauungsdichte

In der räumlichen und insbesondere städtischen Planung herrschen unterschiedliche Vorstellungen bezüglich der Stossrichtung (vgl. Kapitel 1.3.2), was auch zu unterschiedlichen Ansichten bezüglich der optimalen Baudichte führt:

Seitens An-/Bewohner wird eine möglichst tiefe Bebauungsdichte bevorzugt, da dies genügend „Licht und Luft“ verspricht. Dies führt aber zu einem übermässigen Landverbrauch und überproportionalen Mietkosten. Auf der Gegenseite bei den Grundeigentümern und Bauherren wird oft die Behauptung ins Feld geführt, dass eine höhere Nutzungsdichte zu einer Reduktion der Wohnungs-Mietzinse führe, indem der Kostenanteil des Baulandes an den Gesamterstellungskosten auf mehr Wohnungen verteilt werden können. Wie aber u. a. bereits STEIGER/STÜDELI (1974) in ihrer Publikation aufzeigten, wird seitens der Investoren in der Regel eine Rückwärtsrechnung vorgenommen: Ausgehend vom erzielbaren Mietzins werden die Gesamtanlagekosten berechnet, wovon die Bau- und Erschliessungskosten abgezogen werden. Der verbleibende Rest ergibt den Preis der Parzelle bzw. den m²-Preis, weshalb normalerweise gilt: „Je höher die mögliche Baudichte, desto höher der Landpreis“.

Der Entscheid über die Erhöhung einer bestehenden Nutzungsdichte erhöht demnach direkt den Wert der betroffenen Parzelle(n)! Wie SUMI/BURKHALTER (2002) richtigerweise anmerken, sind demnach Aufzonierungen ein letztlich politischer Akt und für gemeinnützige Bauherren wie Genossenschaften ein „unerwünschtes Geschenk“, da sie die bestehende Bausubstanz bedrohen.

SCHMID (2006) sieht die optimale Dichte in Form einer Ausnützungsziffer im Bereich zwischen 0.4 und 0.6, da bei einem Wert darunter die Nettosiedlungsfläche (NSF) ausgeweitet werden müsste, was die Erschliessungskosten überdurchschnittlich steigen

liesse (vgl. auch PRO NATURA 2005). Bei einer höheren Ausnutzungsziffer kann zwar bei gleich bleibender Nettosiedlungsfläche ein Flächengewinn erzielt werden, im Gegenzug nimmt aber die Besonnung ab und die Grundstückskosten für öffentliche Bauten und Anlagen steigen.

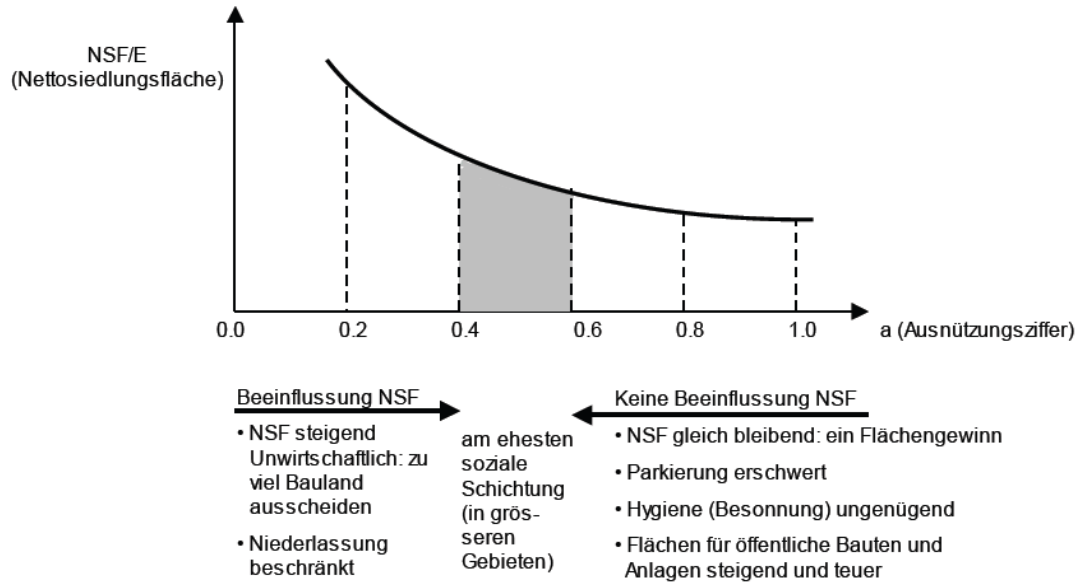


Abbildung 11: Verhältnis von Nettosiedlungsfläche und AZ (Quelle: SCHMID 2006)

Kritisch an dieser Aussage ist, dass sie für „jede“ Siedlungsfläche gelten soll, unabhängig von der Lage des einzelnen Grundstückes, dessen bestehende Erschließungs-, Versorgungs- und Belastungssituation, als auch von der Dichte der Stadt, in welcher sich das Areal befindet.

Eine Ausnutzungsziffer von 0.4-0.6 entspricht in Zürich nur knapp der Zone W2, also einer zweigeschossigen Regelbauweise in der Wohnzone, woraus geschlossen werden kann, dass dieser Wert für grosse Siedlungsgebiete augenscheinlich zu tief angesetzt ist.

1.5 GIS in der Raumplanung/Stadtplanung

1.5.1 Geschichtliche Entwicklung

SCHWARZ-V. RAUMER (1999) teilt den chronologischen Ablauf des EDV- und GIS-Einsatzes in der raumbezogenen Planung in vier Stufen auf:

a) Pionierphase

In den 60er-Jahren wurden erstmals Rechner auf universitärer Stufe zur Bearbeitung räumlicher Fragestellungen eingesetzt. Da einerseits die computergestützte

Berechnung äusserst daten- und rechenintensiv ist, andererseits die Verarbeitungskapazität der Systeme jedoch noch sehr begrenzt waren, konnte keine signifikant schnellere oder bessere Bearbeitung erzielt werden.

b) Euphoriephase

Ab Anfang der 70er-Jahre kamen aus den USA erste brauchbare Optimierungsmodelle für Stadtstruktur oder Flächennutzungsmodelle, was zu einer Euphoriephase führte.

c) Realismusphase

Bereits kurze Zeit später, Ende der 70er-Jahre, erfolgte jedoch die grosse Ernüchterung: Hauptproblem war nicht mehr die benötigte Rechenleistung, sondern die Beschaffung von verlässlichen Datengrundlagen. Damit einher ging auch eine blinde Akzeptanz von Computerergebnissen als vermeintlich rationale Entscheidungsgrundlage, trotz der Verwendung einer ungenügenden Datengrundlage und methodischer Schwächen der verwendeten Modelle.

d) GIS-Phase

Seit Mitte der 80er-Jahre besteht eine Neubelebung des Computereinsatzes in der räumlichen Planung. Zum einen wegen der zunehmenden Verbreitung des PC (Personal Computers), zum anderen wegen der Verfügbarkeit von GI-Systemen, welche auch Nicht-EDV-Spezialisten zu bedienen vermögen und zusätzlich professionelle Analyse- und Visualisierungsfunktionalitäten bieten.

Zu den in der Literatur erwähnten vier Stufen müsste heute wahrscheinlich eine fünfte hinzugefügt werden:

e) Vernetzungsphase

Heute können vermehrt externe Daten direkt vom Datenherra eingebunden werden, was dazu führt, dass die Aktualität und damit die Qualität der Ergebnisse steigt. Zudem können diese einfach einem interessierten Benutzerkreis per Publikation auf dem Internet zugänglich gemacht werden.

1.5.2 Nutzungsbereiche

Der Nutzungsbereich von GI-Systemen in der Raum- und Stadtplanung entspricht der klassischen 5-Teilung anderer Einsatzbereiche:

- Datenerfassung
- Datenprüfung
- Datenhaltung/-verwaltung
- Datenanalyse/-auswertung
- Datenpräsentation/-darstellung

Allerdings ist der Fokus zurzeit noch sehr ungleichmässig verteilt. In erster Linie wird das GIS als Datenverwaltungssystem gesehen, wobei durchaus auch die Vorteile der verteilten Publikation zum Beispiel mittels WebGIS ins Internet vermehrt zum Zug kommt.

Wie aber SCHWARZ-V. RAUMER (1999) treffend schreibt, werden „die *analytischen* Möglichkeiten Geographischer Informationssysteme [...] weithin offensichtlich ignoriert.“ Den gleichen Eindruck erhält man, wenn man den GI-Einsatz in der Stadt Zürich betrachtet: Im Artikel von EGER (2004) werden in erster Linie die Vorteile der zentralen Datenhaltung und der vereinfachten Publikationsmöglichkeiten hervorgehoben. Die analytischen Möglichkeiten werden nur für den Bereich der Ver- und Entsorgung aufgeführt.

Die Gründe für die Nichtnutzung von GIS-Analysen im Bereich der Raum- und Stadtplanung sind schwierig auszumachen. Sicherlich ein Problem sind die stark divergierenden Interessen der beteiligten Stakeholder, wodurch sich ein allgemein akzeptiertes Modell kaum definieren lässt. Daran angehängt ist das Problem der Auswahl von Faktoren und der Festlegung eines geeignete Bewertungsrasters und -massstabes.

DEHRENDORF/HEISS (2004) sehen eine weitere Ursache auf der Seite der Anwender bzw. in den Qualifikationsanforderungen, welche für eine sinnvolle GIS-Nutzung im Bereich der räumlichen Planung erfüllt werden müssen. Da das benötigte Wissen bis in die Anwendungsentwicklung hinein reicht, sind die gestellten Anforderungen an das Fachwissen wesentlich höher als üblicherweise von GIS-Anwendern erwartet wird.

1.5.3 Datenbasis

Beim Einsatz von GI-Systemen in der räumlichen Planung kommen diverse Datensätze zur Anwendung. GLATTHARD (1996) teilt die Hauptprodukte, welche für die

Raumplanung von Bedeutung sind, in neun Bereiche ein, welche jeweils einem den 21 Themenbereichen⁸ des Bundesamtes für Statistik entsprechen, wohingegen das Vademecum Raumplanung (BRP/EJPD 1998) zehn Themenbereiche als raumrelevante Daten aufführt:

GLATTHARD (1996)	BRP/EJPD (1998)
Bevölkerung	Bodennutzung
Raum, Landschaft, Umwelt	Bevölkerung und Haushalte
Erwerbsleben	Arbeitsplätze und Beschäftigte
Preise	Siedlung
Land- und Forstwirtschaft	Verkehr
Bau und Wohnungswesen	Energie
Tourismus	Natur und Landschaft
Verkehr und Kommunikation	Land- und Forstwirtschaft
Kultur, Lebensbedingungen, Sport	Tourismus
	Regionale Disparitäten

Tabelle 5: Themenbereiche der raumplanungsrelevanten Daten

Bezogen auf die Einteilung von GLATTHARD (1996) werden folgenden Daten als relevant erachtet:

Thema	Datensatz
Bevölkerung	Volkszählung (Haushalte und Familien, Gebäude und Wohnungen, Mobilität) Bevölkerungsbewegung Bevölkerungsentwicklung und -Szenarien
Raum, Landschaft, Umwelt	Arealstatistik Umweltrelevante Daten des Bundes
Erwerbsleben	Betriebszählung Arbeitskräfteerhebung Beschäftigtenstatistik

⁸ Bundesamt für Statistik: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen.html> (15.09.2007).

Thema	Datensatz
Preise	Mietpreisentwicklung
Land- und Forstwirtschaft	Landwirtschafts- und Gartenbauzählung Forststatistik Arealstatistik
Bau und Wohnungswesen	Bautätigkeitserhebung Wohnungsbauerhebung Leerbstandserhebung
Tourismus	Hotelstatistik Parahotelleriestatistik Reiseverhalten
Verkehr und Kommunikation	Verkehrsnetz Motorfahrzeugbestand Gütertransporterhebung Verkehrstatistik und -zählungen Mikrozensus „Verkehr“ Pendlerstatistik
Kultur, Lebensbedingungen, Sport	Diverse Lebensbedingungsindikatoren

Tabelle 6: Raumrelevante Daten (Quellen: GLATTHARD 1996, BRP/EJPD 1998)

Die Grundlage der verwendeten Daten ist sehr vielschichtig, trotzdem ist ein Grossteil der benötigten Informationen (teilweise in generalisierter Form) in den folgenden drei Datensätzen enthalten: Arealstatistik, Volkszählung und Betriebszählung.

1.5.4 Vorteile der GIS-Nutzung

Nebst den „üblichen“ Vorteilen des GIS-Einsatzes empfiehlt sich gemäss SCHWARZ-V. RAUMER (1999) die Nutzung im Bereich der räumlichen Planung, wenn:

- grosse Datenmengen verarbeitet werden müssen, da deren Handhabung in einem GIS wesentlich einfacher zu bewerkstelligen ist;
- flexibel und rasch Handlungsalternativen erstellt werden sollen, da einzelne Parameter angepasst werden können und die weitere Berechnung automatisiert abläuft;

- die Ergebnisse von Planungen visualisiert werden sollen, da ein GIS die entsprechenden Werkzeuge zur Verfügung stellt und so medienbruchfrei gearbeitet werden kann;
- vorherige raumbezogene Verarbeitung von Daten notwendig ist, da GI-Systeme entsprechende Algorithmen von Hause aus bereitstellen.

Wenn wir den Planungsprozess gemäss Kapitel 1.2, Abbildung 5 betrachten, so kann festgestellt werden, dass ein GIS zwar der Planungsvorbereitung (Datenbasis/Situation/Zieldefinition) dienen und zu einer aktiven Planungsunterstützung (Bewertung, Handlungsoptionen) beitragen kann, nicht aber die eigentliche Entscheidung selbst übernehmen kann bzw. darf! Das Ergebnis selbst muss immer hinterfragt werden bezüglich der verwendeten Daten, deren Aussagekraft, Erhebungs-/Erfassungsqualität, Verrechnung, usw.

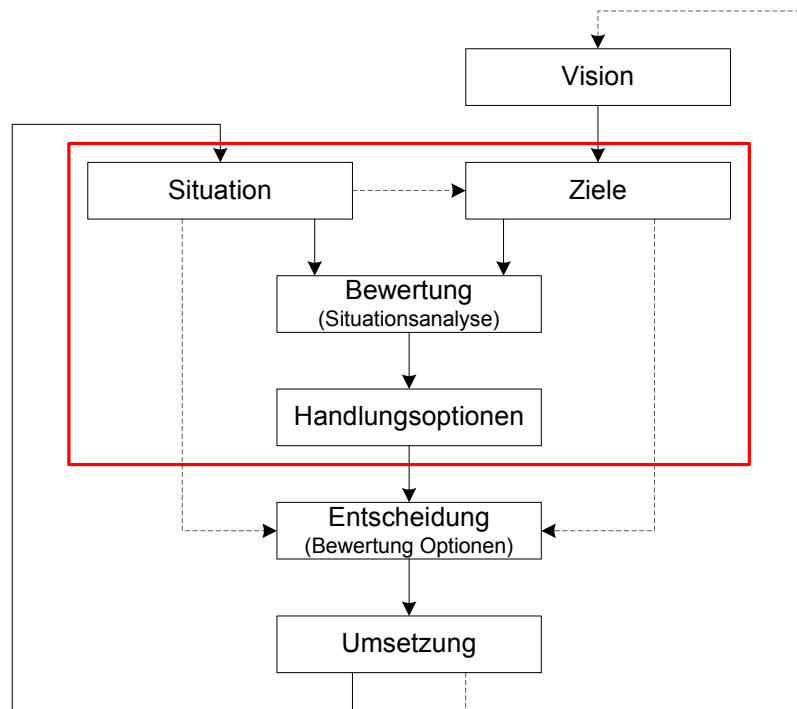


Abbildung 12: Automatisierungsmöglichkeit Planungsprozess (Entwurf: S. P. Hauser)

2 Kennzahlen und Bewertungsverfahren

Nun stellt sich die Frage, wie unterschiedliche Aspekte einander gegenübergestellt und einheitlich bewertet werden können, so dass mittels einer automatisierten Analyse neue Erkenntnisse gewonnen werden können, welche einen Hinweis auf mögliche Handlungsoptionen liefern.

In der Unternehmensführung werden hierzu sogenannte Kennzahlensysteme verwendet, welche im folgenden Abschnitt kurz betrachtet werden.

2.1 Kennzahlen und Kennzahlensystem

2.1.1 Definition

BÜHN (1980): „Eine Kennzahl ist eine einzelne Zahl, oder eine Zahl, die sich aus zwei oder mehreren miteinander in sachlogischem Zusammenhang stehenden Mengen bzw. Wertgrößen zusammensetzen lässt und bestimmte Gegebenheiten oder Entwicklungen des Unternehmens oder einzelner Unternehmensteile charakteristisch und konzentriert wiedergibt.“

Wie diese Definition zeigt, ist der Aufbau und die Verwendung von Kennzahlen in erster Linie auf die Unternehmensführung ausgerichtet. Das definierte Konzept lässt sich jedoch auch auf andere Bereiche ummünzen, sofern die Auswahl geeigneter Kennzahlen auf die zu bearbeitende Problemstellung angepasst wird.

2.1.2 Arten von Kennzahlen

Kennzahlen können auf unterschiedliche Art systematisiert werden, z. B. nach der Informationsgrundlage (Herkunft der verwendeten Informationen), der Form (absolut oder relativ) oder der Zielrichtung, also wozu die Kennzahl verwendet werden soll (PIETSCH/MEMMLER 2003).

Des Weiteren ist zu unterscheiden zwischen harten Kennzahlen, welche sich exakt messen lassen, und weichen Kennzahlen, welche aufgrund einer Bewertung erhoben werden.

Bei der räumlichen Planung werden meist weiche Kennzahlen verwendet, da ein Vergleichen und gegenseitiges Abwägen unterschiedlicher Faktoren sonst nicht möglich wäre.

2.1.3 Kennzahlensysteme

Ein Kennzahlensystem stellt die einzelnen Kennzahlen in einer sinnvollen Beziehung zu einem Gesamtsystem zusammen. Mittels arithmetischen Operatoren werden die Einzelzahlen zu übergeordneten Kennzahlen aggregiert und verdichtet, wodurch eine pyramidenförmige Struktur entsteht, welche schliesslich in einer „Spitzenkennzahl“ mündet. Diese Spitzenkennzahl stellt üblicherweise das zu verfolgende Hauptziel dar (PIETSCH/MEMMLER 2003), beispielsweise den zu erzielenden Unternehmensgewinn.

In der Unternehmensführung werden heute meist sogenannte „Balanced Scorecards“, also „ausgewogene Kennzahlensysteme“ nach Robert S. Kaplan erstellt. Ausgewogen heisst hier, dass nicht nur der finanzielle Aspekt abgebildet wird, sondern verschiedene Einflussgrössen integriert werden, welche den Geschäftserfolg beeinflussen.

2.1.4 Aufgaben und Sinn

Kennzahlensysteme sollen durch geeignete Auswahl und Verdichtung von vorhandenen Daten die für das Fällen von Entscheidungen wichtigen Informationen bereitstellen.

Bei richtiger Auswahl der Kennzahlen lassen sich so

- Stärken und Schwächen erkennen
- Aktionen planen und kontrollieren
- Entwicklungen verfolgen
- Probleme und Handlungsoptionen frühzeitig erkennen.

Gemäss PIETSCH/MEMMLER (2003) ist der Einsatz als Frühwarnsystem jedoch eher die Ausnahme, das Haupteinsatzgebiet liegt (noch) im Planungs- und Kontrollprozess.

2.1.5 Einsatz in der Raumplanung

In der Raumplanung werden sehr unterschiedliche Datengrundlagen verwendet (vgl. Kapitel 1.5.3), welche zum einen auf verschiedenen Erhebungs- und Messmethoden basieren, zum anderen aber auch andere Skalen und Masseinheiten verwenden.

Eine arithmetische Verrechnung zu einer Gesamtkennzahl ist somit ohne einen zusätzlichen Schritt nicht möglich. Zuerst muss ein einheitliches Bewertungsmuster/-raster definiert werden, in welches alle Zahlen und Werte überführt werden können. Erst danach ist ein Vergleich und eine Verrechnung der verschiedenen Einzelwerte machbar.

2.2 Bewertungsverfahren

Wikipedia⁹ definiert Bewertung als „die Einschätzung des Wertes oder der Bedeutung eines Sachverhaltes oder Gegenstandes (...) anhand eines Bewertungsmassstabes.“

2.2.1 Bewertungsvorgehen

Gemäss SCHMID (2006) erfolgt das Vorgehen in vier Schritten:

1. Gegenstand ermitteln
2. Wahl der Bewertungskriterien
3. Einführung Bewertungsmassstab
4. Synthese/Aggregation

Mag die Auswahl des Bewertungsgegenstandes meist noch relativ einfach sein, so offenbaren die folgenden Schritte mehrere Probleme. Ein Hauptproblem ist sicherlich die Trennung von bewertendem Subjekt und bewertetem Objekt. Durch den Erfahrungsschatz und das Hintergrundwissen des Bewertenden kann das Ergebnis unterschiedlich ausfallen. Weitere Problemkreise stellen der Bewertungsmassstab und dessen Quantifizierung und Skalierung sowie die Auswahl der Indikatoren und deren Gewichtung und Aggregation dar (SCHMID 2006).

⁹ Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewertung> (04.08.2007)

2.2.2 Verfahrensarten

Allgemein können Bewertungsverfahren nicht-formalisiert, teil-formalisiert oder formalisiert sein. (SCHWARZ-V. RAUMER 1999). Bei nicht-formalisierten Verfahren erfolgt eine ganzheitliche Beurteilung. Hierbei ist die Nachvollziehbarkeit des Entscheidungsverlaufs nicht gegeben. Bei formalisierten Verfahren lassen sich die Einflussgrößen exakt messen und verrechnen. Ein häufig verwendetes Beispiel eines formalisierten Bewertungsverfahrens stellt die Kosten-Nutzen-Wirtschaftlichkeitsrechnung dar. Da in der Planung die meisten Indikatoren nicht metrisch (exakt messbar) sind, sondern ordinal („gut, besser, am besten“) beurteilt werden müssen, wird meistens ein teil-formalisiertes Verfahren verwendet. Als Beispiel hierfür gelten Punktesysteme, bei denen den verschiedenen Kriterienausprägungen ganzzahlige Werte zugeordnet werden, welche dann zu einer Gesamtpunktzahl addiert werden.

2.2.3 GIS-gestützte Bewertung

Nebst den bereits erwähnten „allgemeinen“ Problemen bei der Bewertung sieht SCHWARZ-V. RAUMER (1999) beim Einsatz von Geoinformationssystemen in erster Linie die folgenden zwei Punkte:

a) Datenhaltung

Prinzipiell werden die in der räumlichen Planung verwendeten Daten in Raster- und Vektorform erfasst und gehalten, wobei Raster eher für kontinuierliche Merkmale und Vektoren für diskrete Merkmale Verwendung finden.

Die Verarbeitung von Rasterdaten erweist sich als relativ einfach: mehrere Rasterschichten werden mit einem die Bewertungsmethode abbildenden Verarbeitungsalgorithmus miteinander verrechnet, und das Bewertungsergebnis wird als neue Rasterschicht abgelegt.

Die Verarbeitung von Vektordaten verlangt aber nebst der Auswahl des Objektsets (Punkt, Linie oder Polygon) mit entsprechender Attributstabelle auch die Auswahl der „Präferenzinformation“, also jener verknüpften Information, welche in die Berechnung einfließen soll.

Normalerweise benötigt man für Bewertungs- und Analyseaufgaben beide Datentypen, was zur Folge hat, dass man die einen oder anderen Datensätze in

die jeweils andere Struktur überführen muss (rastern oder vektorisieren). Bei dieser Umwandlung muss mit einem möglicherweise erheblichen Informationsverlust gerechnet werden!

b) Methodenimplementierung

Die Integration von Bewertungsmethoden in GI-Systeme ist nur teilweise möglich, da entsprechende statistische Module oft fehlen, nicht den gewünschten Umfang bieten oder nicht die Abbildung der gewünschten Bewertungsregeln erlauben.

Bei der externen Lösung, welche meistens verwendet wird, werden die eigentlichen Berechnungen in einem separaten Programm, z. B. Statistikprogramm vorgenommen. Die Geodaten werden hierzu vorbereitet und dem Bewertungsprogramm übergeben. Das GIS kommt erst wieder für die Visualisierung der Ergebnisse zum Zug.

3 Thesen

Aufgrund der in den vorhergehenden Kapiteln behandelten Themen wird klar, dass die Orts- und Stadtplanung als Prozess folgende Schritte umfasst: Die Situation muss gemessen, bewertet und mit einem anzustrebenden Ziel verglichen werden. Dies führt deshalb zur ersten These:

***These 1** Im Bereich der Orts-/Stadtplanung kann ein Kennzahlensystem aufgebaut werden.*

In der Planung sind GI-Systeme heute allgegenwärtig. Viele benötigte Daten sind bereits vorhanden und liegen in brauchbarer Form vor. Des Weiteren bieten GI-Systeme integrierte Operatoren zur Verrechnung von Geodaten, weshalb eine weitere These lautet:

***These 2** GI-Systeme können auch als Kennzahlensysteme eingesetzt werden. Bei der Arbeit in der Planung mit Geodaten bieten sie sich geradezu an.*

Durch die direkte Aggregation von Informationen in einem einzelnen System wird eine Verknüpfung von Ursache und Wirkung und damit von möglichen Handlungsoptionen ersichtlich:

***These 3** Das Kennzahlensystem zeigt Probleme bei der Zielerreichung und entsprechende Handlungsoptionen auf.*

Entscheidungen in der Raumplanung sollen möglichst objektiv gefällt werden. Durch Verwendung eines definierten Bewertungsverfahrens und gleicher Datensätze soll der subjektive Faktor minimiert werden, weshalb eine weitere These lautet:

***These 4** Bei ausgeglichener Auswahl von Einfluss- und Bewertungsgrößen ermöglicht ein Planungskennzahlensystem eine unvoreingenommene Betrachtungsweise.*

Eines der Hauptprobleme in der Planung ist die Vermittlung der gewonnenen Erkenntnisse und der geplanten Eingriffe:

***These 5** Ein GIS-basiertes Planungskennzahlensystem vereinfacht die Kommunikation mit den verschiedenen Interessensgruppen durch verbesserte Visualisierungsmöglichkeiten.*

In der Folge geht es nun darum, durch den Entwurf eines Kennzahlenmodells und dessen (Teil-)Umsetzung mittels GIS die fünf Thesen zu verifizieren.

4 Baudichte-Kennzahlensystem

Wie in Kapitel 1.4.2.1 beschrieben, gibt es eine Differenz zwischen der heute rechtlich maximal zulässigen und der gemäss der aktuellen Situation sinnvollen Nutzungsdichte, da die bestehende Ist-Situation auf alten Einflussfaktoren fusst.

Um nun erkennen zu können, wo diese Diskrepanz auftritt, soll ein Modell erstellt werden, welches basierend auf vorhandenen Indikatoren und Kennzahlen für jede Hektare des Siedlungsraumes einer CH-Stadt die optimale Baudichte aufgrund verschiedener Faktoren berechnet und diese in Relation zur bestehenden, rechtlich verbindlichen Baudichte setzt.

Das vorgeschlagene Gesamtsystem hat die Form eines teil-formalisierten Punktesystems gemäss Kapitel 2.2.2:

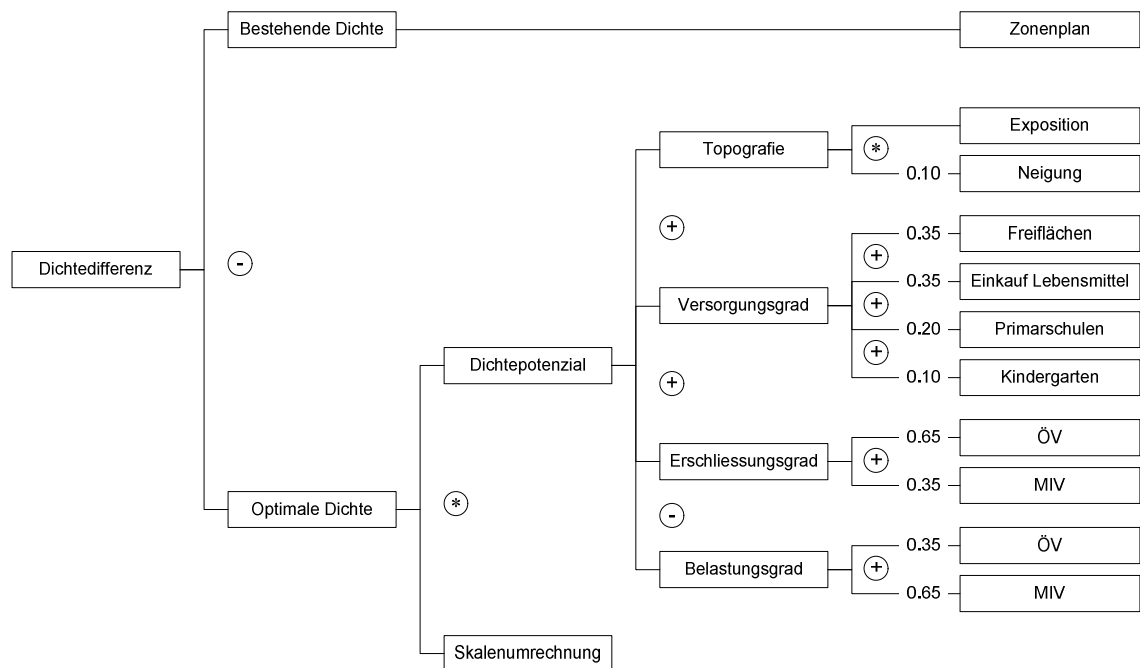


Abbildung 13: Baudichte-Kennzahlensystem (Entwurf: S. P. Hauser)

In der Folge werden nun die einzelnen Aspekte des Gesamtsystems erklärt und hergeleitet.

4.1 Dichtedifferenz

Die resultierende Dichtedifferenz ergibt sich aus der Differenz zwischen der für den Standort errechneten maximalmöglichen Nutzung, der optimalen Dichte (OD), und der zurzeit rechtlich festgelegten, bestehenden Dichte.

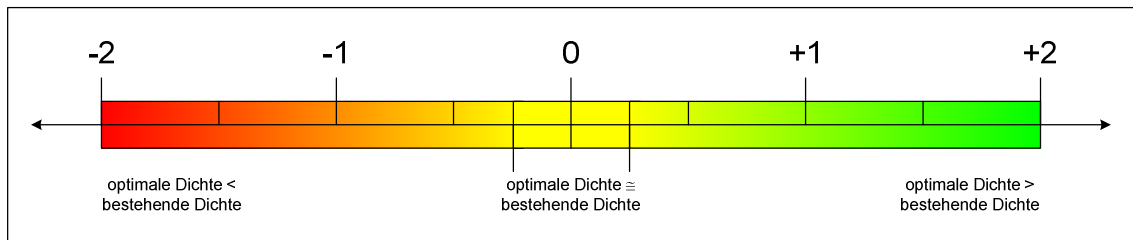


Abbildung 14: Ergebnisinterpretation

Idealerweise ergibt sich ein Wert 0, denn das heisst, dass die bestehende Nutzungsdichte mit der errechneten übereinstimmt und kein Handlungsbedarf besteht. Da gewisse Ungenauigkeiten im Erfassungs- und Bewertungsvorgehen bestehen, sollte jedoch der gesamte Wertebereich von -0.25 bis +0.25 als ideal betrachtet werden.

Je stärker jedoch der Wert in den negativen Bereich rutscht, desto mehr muss davon ausgegangen werden, dass die in der Zonenplanung festgelegte Baudichte für den Standort zu hoch ist und nach Möglichkeit reduziert werden sollte. Ein positiver Wert zeigt hingegen ein grosses Potenzial für Verdichtung auf.

4.2 Bestehende Baudichte

Damit das vorgeschlagene Modell in unterschiedlichen Städten eingesetzt werden kann, muss die bestehende Baudichte nach einer einheitlichen Definition festgehalten sein. Im Folgenden werden deshalb unterschiedliche Ansätze für Dichtekennziffern erklärt und der am besten geeignete ausgewählt. Für den Fall, dass im zu betrachtenden Siedlungsraum eine andere Kennziffer Verwendung findet, werden Umrechnungsmöglichkeiten vorgestellt.

Um bei der Verrechnung mit der optimalen Dichte jeweils den gleichen räumlichen Perimeter zu verwenden, muss die parzellen- und damit vektororientierte Datengrundlage in das gleiche Raster transformiert werden, weshalb eine Umsetzungsregel für die Umwandlung in Hektarrasterdaten definiert werden muss.

4.2.1 (Bau-)Dichtekennziffern

HERCZOG/HUBELI (1988) unterscheiden den Begriff Dichte auf zwei Arten:

- a) Beziehungen zwischen einer quantitativen Anzahl bezogen auf eine genormte, vergleichbare Flächeneinheit, z. B. Einwohner pro Hektare oder Wohneinheiten pro Quadratkilometer.

- b) Beziehungen, welche das Mass der Beanspruchung einer Nutzungseinheit (Parzelle) aufzeigen, wie z. B. die Ausnützungsziffer.

Im Baurecht kommt diese zweite Art der Dichtedefinition zum Zuge, da für jede einzelne Parzelle die Beanspruchungsmöglichkeit separat definiert werden muss.

Da die Nutzungsdichte auf verschiedene Art und Weise berechnet werden kann, stehen auch rechtlich verschiedene Modelle zu Verfügung. Die Definitionen der Berechnungsgrundlagen sind üblicherweise im Planungs- und Baugesetz der jeweiligen Kantone festgelegt. Prinzipiell sind diese Definitionen jeweils gleich, jedoch gibt es Unterschiede darin, was für die Ermittlung der Dichtekennziffer als anrechenbar gilt.

4.2.1.1 Ausnützungsziffer (AZ)

Die Ausnützungsziffer stammt aus dem Wohnungsbau und hatte ursprünglich hygienischen Hintergrund. Um den Bewohnern genügend Licht, Luft und Freiraum zu garantieren und das städtische Abwassernetz nicht zu überlasten, wurden Beschränkungen der maximalen Nutzungsmöglichkeiten erlassen.

Die Ausnützungsziffer beschreibt die Dichte durch das Verhältnis der anrechenbaren Bruttogeschossfläche im Verhältnis zur anrechenbaren Grundfläche.

$$\text{Ausnützungsziffer AZ} = \frac{\text{anrechenbare Bruttogeschossfläche}}{\text{anrechenbare Grundfläche}}$$

Der übliche Wertebereich der Ausnützungsziffer reicht von 0.25-2.0, wobei 0.25 einer eingeschossigen Einfamilienhaussiedlung und 2.0 einer dichten, innerstädtischen (Kern-)Zone von fünf bis sechs Geschossen entspricht.

Da in die Berechnung der Ausnützungsziffer nur die Bruttogeschossfläche einfließt, kann über die resultierende vertikale Ausdehnung keine Aussage gemacht werden. Bei sehr grosser Raumhöhe wären deshalb übergrosse Gebäude trotz der Einhaltung der AZ möglich, weshalb die maximale Gebäudeausdehnung in der Bauordnung zusätzlich eingeschränkt werden muss.

4.2.1.2 Geschossflächenziffer (GFZ)

Eine Abwandlung der AZ stellt die Geschossflächenziffer dar. Im Gegensatz zur vorgenannten Dichtekennziffer wird die gesamte Geschossfläche in die Berechnung miteinbezogen, also auch Verkehrsfläche, Abstellfläche, etc.

$$\text{Geschossflächenziffer GFZ} = \frac{\text{Summe aller Geschossflächen}}{\text{anrechenbare Grundfläche}}$$

Die Geschossflächenziffer findet zurzeit jedoch noch kaum Anwendung in der Schweiz.

4.2.1.3 Baumassenziffer (BMZ)

Im Gegensatz zur Ausnützungsziffer erfasst die Baumassenziffer das oberirdische Bauvolumen (Bauvolumen über massgebendem Terrain), unabhängig von der Art der Nutzung, im Verhältnis zur Grundfläche.

$$\text{Baumassenziffer BMZ} = \frac{\text{oberirdisches Bauvolumen}}{\text{anrechenbare Grundfläche}}$$

Die Baumassenziffer fand früher fast ausschliesslich für Industrie- und Gewerbegebiete Verwendung, da es sich bei den entsprechenden Gebäuden meist um Produktionshallen mit beschränkter Geschossfläche bei sehr grossem Volumen handelte. Heute verwenden jedoch Gemeinden vermehrt die Baumassenziffer auch für Wohngebiete. Ein Problem dabei ist, dass die Grundeigentümer dazu verleitet werden, „in den Boden“ zu bauen und somit die vorhergesehene Nutzungsbeschränkung umgehen.

4.2.1.4 Grünflächenziffer/Freiflächenziffer (GZ)

Freigehaltene Fläche im Verhältnis zur Grundfläche

$$\text{Grünflächenziffer GZ} = \frac{\text{Grünfläche}}{\text{anrechenbare Grundfläche}}$$

Die Grünflächenziffer findet heute kaum Anwendung ausser in bereits sehr dicht bebauten Siedlungsräumen.

4.2.1.5 Überbauungsziffer (UeZ)

Die Überbauungsziffer ist das Gegenstück zur Freiflächenziffer. Sie setzt die bebaute Fläche im Verhältnis zur Grundfläche:

$$\text{Überbauungsziffer UeZ} = \frac{\text{anrechenbare Gebäudefläche}}{\text{anrechenbare Grundfläche}}$$

Als anrechenbare Gebäudefläche gilt üblicherweise die auf den Grund projizierte Gebäudefläche, welche nicht verwechselt werden darf mit dem den Boden

durchstossenden Gebäudevolumen, da Vorbauten und Auskragungen teilweise ebenfalls in die Berechnung mit einfließen.

Wie die Grünflächenziffer ist auch die Überbauungsziffer von eher marginaler Bedeutung.

4.2.2 Auswahl Dichtekennziffer

Als Messgrösse für die ideale Dichte wird im weiteren Verlauf die Ausnutzungsziffer verwendet. Dies hat mehrere Gründe: Zum einen, weil sie am längsten zum Einsatz kommt und daher am meisten Erfahrungen bestehen. Zum anderen weil die Ausnutzungsziffer in der Schweiz die grösste Verbreitung gefunden hat und entsprechende Daten als Vergleichswert am ehesten vorliegen. Als dritter Grund ist anzuführen, dass die Ausnutzungsziffer sich auf die Nutzfläche bezieht und ursprünglich direkt für eine „gesunde“ Wohndichte entwickelt wurde.

4.2.2.1 Datenbasis

Als Datenbasis für die Dichtekennziffer gilt wie in Kapitel 1.4.1 erwähnt der Zonenplan und die entsprechende Bauordnung: Der Zonenplan gibt raumbezogen die Art der Nutzung und die Intensität an. Die exakte Nutzungsdichte kann in der Bauordnung nachgeschlagen werden.

Da wie erwähnt die Gemeinden eine relativ hohe Autonomie in der Gestaltung der rechtlichen Vorschriften haben, kann es sein, dass keine Angaben zur Ausnutzungsziffer vorliegen. Um das vorgeschlagene Modell auch in diesen Gemeinden einsetzen zu können, werden deshalb vereinfachte Umrechnungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

4.2.2.2 Umrechnungsmöglichkeiten

Bauordnung mit BMZ

Sieht die zu betrachtende Gemeinde auch für Wohngebiete die Verwendung der Baumassenziffer vor, so kann der entsprechende Wert durch 3.5 geteilt werden. Dies entspricht in etwa der durchschnittlichen Gesamtgeschosshöhe in Metern, einschliesslich Decken- und Dachkonstruktion im Wohnungsbau.

Als Beispiel sind hier die BMZ-Angaben der Gemeinde Wiesendangen und die entsprechend berechneten AZ-Werte aufgeführt:

Kennzahl	W1	W2a	W2b	W3
BMZ (gemäss Bauordnung)	1.00	1.50	1.90	2.40
AZ (= BMZ / 3.5)	0.29	0.43	0.54	0.69

Tabelle 7: Umrechnung BMZ/AZ, Beispiel Wiesendangen

Eine solche Umrechnung ist bei Gewerbe- und Industriegebieten nicht zulässig, da hier die Nutzungsart und damit die durchschnittliche Gesamtgeschosshöhe sehr stark variieren kann.

Bauordnung ohne BMZ

Verzichtet die Bauordnung sowohl auf eine Ausnutzungsziffer als auch auf eine Baumassenziffer, so muss der Dichtewert von der Zonenordnung, welche zumindest eine Angabe zur maximalen Geschosshöhe enthält, abgeleitet werden. Ein Vergleich bestehender AZ-Werte verschiedener Schweizer Städte zeigt, dass überall mit zunehmender Geschosshöhe die Ausnutzungsziffer ansteigt. Zu den „echten“ Zahlen ist zudem der Richtwert seitens des BAFU (AZ 0.3-1.0) zum Vergleich aufgeführt:

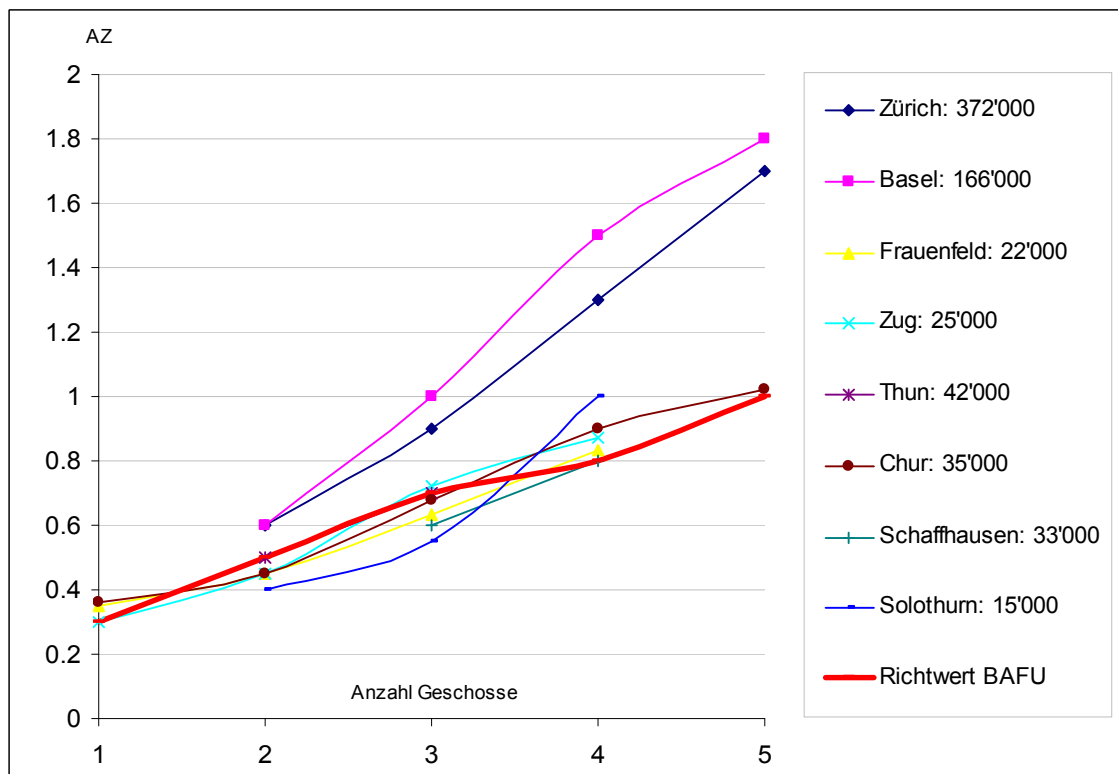


Abbildung 15: Baudichte/Geschosshöhe in CH-Städten (Quellen: Bauordnungen der aufgeführten Städte)

Mehrere Punkte sind hier zu erkennen:

- In grösseren Städten ist eine eingeschossige Bauweise nicht mehr üblich und vorgesehen, wo hingegen bei kleineren städtischen Gemeinden Bauten mit mehr als vier Geschossen in Wohnzonen unerwünscht sind, sondern höchstens in Kern- oder Zentrumszonen erstellt werden dürfen.
- In Städten mit einer hohen Einwohnerzahl wird allgemein dichter gebaut als in Ortschaften mit tiefer Bevölkerungszahl.
- Die Anzahl der Einwohner ist nicht die einzige Grösse, welche einen Hinweis auf die Bebauungsdichte liefert, denn Basel mit nicht mal der Hälfte der Einwohner von Zürich baut kompakter.

Der letztgenannte Punkt wird sehr deutlich, wenn wir die absoluten Einwohnerzahlen und die Einwohnerzahl pro Quadratkilometer von Städten mit und ohne AZ-Festlegung miteinander vergleichen:

Stadt	Anzahl Einwohner	Fläche in km ²	Einw./km ²
Basel	165'529	22.75	7'276
Bern	128'153	51.60	2'483
Chur	35'161	28.09	1'251
Frauenfeld	22'063	27.40	805
Luzern	57'870	24.15	2'396
Schaffhausen	33'431	31.00	1'013
Solothurn	15'378	6.29	2'444
St. Gallen	69'907	39.41	1'773
Thun	42'129	21.7	1'941
Zug	24'665	33.80	729
Zürich	371'767	91.88	4'046
Winterthur	94'015	68.05	1'381

Tabelle 8: Einwohnerdichte ausgewählter CH-Städte (Quelle: Wikipedia)

Wie man diesen Zahlen entnehmen kann, gibt es durchaus auch kleine Städte, welche so dicht bebaut sind wie grössere Siedlungsräume. So weist das kleine Solothurn mit rund 15'000 Einwohnern etwa die gleiche Grunddichte auf wie das achtmal einwohnerreichere Bern.

Grafisch verdeutlicht sehen die aufgeführten Werte folgendermassen aus:

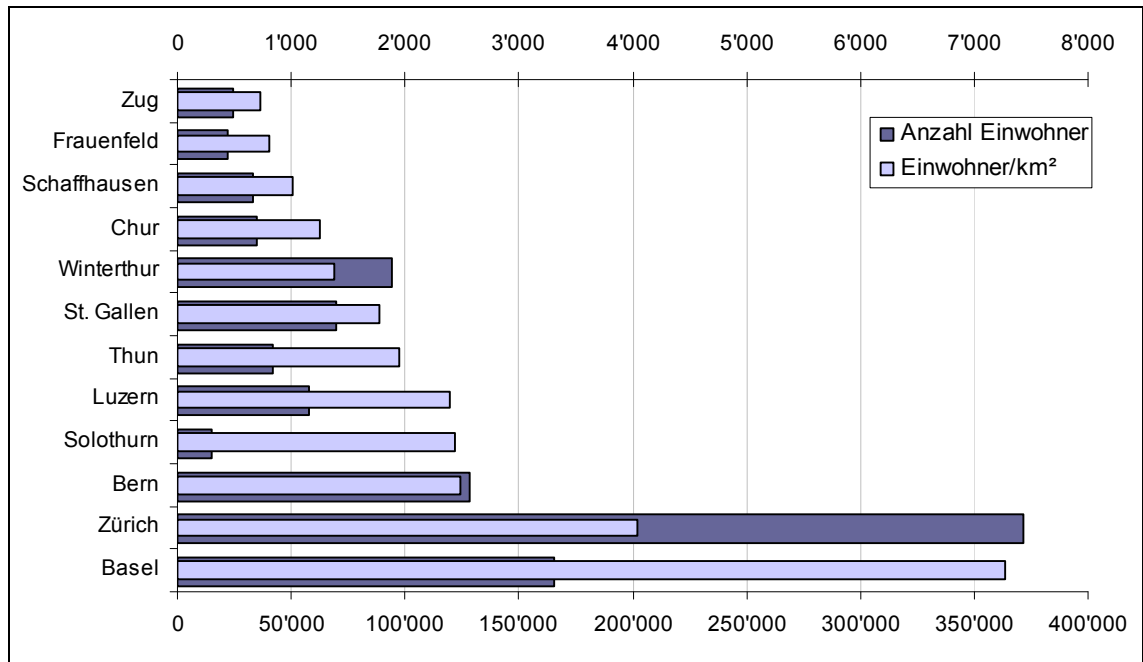


Abbildung 16: Vergleich Einwohnerzahlen zu Einwohnerdichte (Quelle: Wikipedia)

Es empfiehlt sich daher, die BAFU-Richtwerte zur Umrechnung zu verwenden, diese jedoch noch zusätzlich um einen Korrekturfaktor für die absolute Einwohnerzahl und die vorhandene Grunddichte anzupassen.

Einwohnerzahl	Einwohner/km ²		
	< 1'500	1'500 - 5'000	> 5'000
< 35'000	0.8	0.9	1.0
35'000-100'000	1.0	1.1	1.3
> 100'000	1.2	1.4	1.7

Tabelle 9: Korrekturfaktor nach Grösse und Grunddichte des betrachteten Siedlungsraumes

Somit kann eine Ausnutzungsziffer bestimmt werden, die für den entsprechenden Siedlungsraum passt. Diese Werte gelten zwar primär für Wohnzonen, können aber auch bei Zonen für öffentliche Bauten verwendet werden, da diese aus Gründen der rechtlichen Gleichbehandlung oft wie Wohnzonen gehandhabt werden.

Beispiel:

Die Stadt St. Gallen verzeichnet 69'907 Einwohner und verfügt über eine Fläche von 39.41 km². Dies ergibt eine Dichte von 1'773 Einwohner/km². Gemäss Tabelle 9 entspricht dies einem Korrekturfaktor von 1.1.

	W1	W2	W3	W4	W5
Richtlinie BAFU	0.30	0.50	0.70	0.80	1.00
Richtlinie * Korrekturfaktor (1.1)	0.33	0.55	0.77	0.88	1.10
Stadt St. Gallen (gerundet)	0.35	0.55	0.75	0.90	1.10

Tabelle 10: Umrechnungsbeispiel Stadt St. Gallen

Auch für Kern- oder Zentrumszonen können die Zahlen übernommen werden, sofern sie nochmals um einen Faktor von 1.5 erhöht werden, da in diesen Zonen sehr dicht gebaut wird und kaum Grünraum auf den einzelnen Grundstücken zu finden sind.

4.2.3 Umwandlung in Hektarraster

Die Zonendaten liegen üblicherweise in einem Vektorformat vor. Um mit den anderen Daten verrechnet werden zu können, müssen die Informationen in dasselbe Rasterformat wie alle anderen verwendeten Daten überführt werden. Da ein Teil der zur Verwendung vorhergesehenen Daten bereits im schweizerischen Hektarrasterformat vorliegen, wird dieses Format als Grundlage verwendet.

Bei der Umwandlung der Zonendaten wird die durchschnittliche Ausnutzungsziffer jeder Zelle des Rasters als Mischwert der darin vorkommenden Teil-AZ berechnet, wobei jede Teil-AZ gemäss ihrem Anteil an der Gesamtfläche der Zelle (10'000 m²) gewichtet wird.

Eine Ausnahme bilden jene Zellen, welche Teilflächen enthalten, deren Ausnutzungsziffer einen Wert von 0.0 aufweisen, beispielsweise Freihaltezonen oder Grünflächen. Der entsprechende Flächenanteil wird von der Gesamtfläche abgezogen, die restlichen Teilflächen wie oben beschrieben auf die neue Gesamtfläche gewichtet verrechnet.

Beispiel:

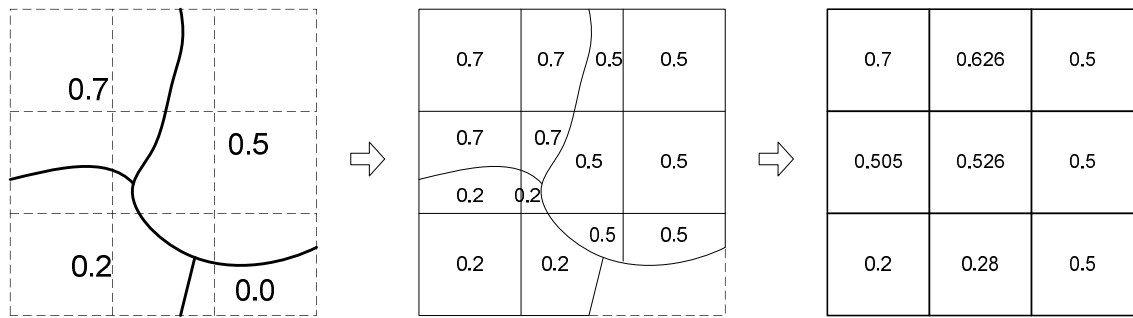


Abbildung 17: Umrechnungsvorgehen BZO-Daten

4.3 Optimale Baudichte

Um mit der bestehenden Baudichte verrechnet werden zu können, muss die optimale Baudichte im gleichen Format vorliegen wie die bestehende. Deswegen wird das Dichtepotenzial, welches sich aus der Betrachtung verschiedener Einflussfaktoren ergibt, mittels einer Skalenumrechnung in eine Ausnützungsziffer gemäss rechtlicher Definition umgewandelt. Es gilt:

$$\text{Optimale Baudichte} = \text{Dichtepotenzial} * \text{Skalenumrechnung}$$

Das Dichtepotenzial muss dabei auf Faktoren fussen, welche einen direkten Einfluss auf die Bebauungsdichte haben. Diese Faktoren bzw. die zu Grunde liegenden Ausgangsdaten sollten aus Gründen der Vergleichbarkeit für die gesamte Schweiz in gleicher Form und Erhebungsqualität verfügbar sein.

Die Skalenumrechnung kann je nach Siedlungsraum anders ausfallen, da die jeweilige Grösse und Grunddichte variieren (vgl. Kapitel 4.2.2.2). Die Festlegung bzw. Ermittlung des Umrechnungsvorgehens muss auf diese Eigenheiten Rücksicht nehmen.

4.3.1 Dichtepotenzial

Das Dichtepotenzial sagt aus, wie dicht gebaut werden kann, ohne dass mit unerwünschten, negativen Auswirkungen gerechnet werden muss. Doch wie wirkt sich eine zu hohe oder zu geringe Dichte aus?

4.3.1.1 Ursache-Wirkungsketten

Sowohl eine zu hohe, als auch eine zu tiefe Bebauungsdichte kann zu einer sich selbst beschleunigenden Wirkungskette führen. Bewusst wird hier der Zusatz „zu“ verwendet,

da eine hohe oder tiefe Bebauungsdichte an und für sich nicht negativ ist, sondern erst im Kontext zu der vor Ort herrschenden Situation bewertet werden kann.

Zu hohe Baudichte

Eine hohe Baudichte bedeutet in Wohnquartieren gleichzeitig auch eine grosse Anzahl an Personen pro Hektare. Diese Personen müssen zur Arbeit gehen, die Schule besuchen, Lebensmittel einkaufen, etc. was bei vielen Personen auf engem Raum zu einem hohen Binnenverkehrsaufkommen führt. Wird dieser Binnenverkehr in erster Linie per MIV durchgeführt, so hat dies hohe Emissionswerte zur Folge, was zu einer unattraktiven Wohnlage führt. Als Folge davon können nur unterdurchschnittliche Mieten verlangt werden, was dazu führt, dass in erster Linie Personen und Haushalte mit tiefen Einkommen zuziehen. Dadurch sind Leute mit höherem Einkommen zusätzlich nicht mehr gewillt, sich im entsprechenden Quartier niederzulassen: Die soziale Durchmischung wird zusehends schlechter, die Mietpreise geraten weiter unter Druck, noch grössere Mehrpersonen-Haushalte ziehen hinzu.

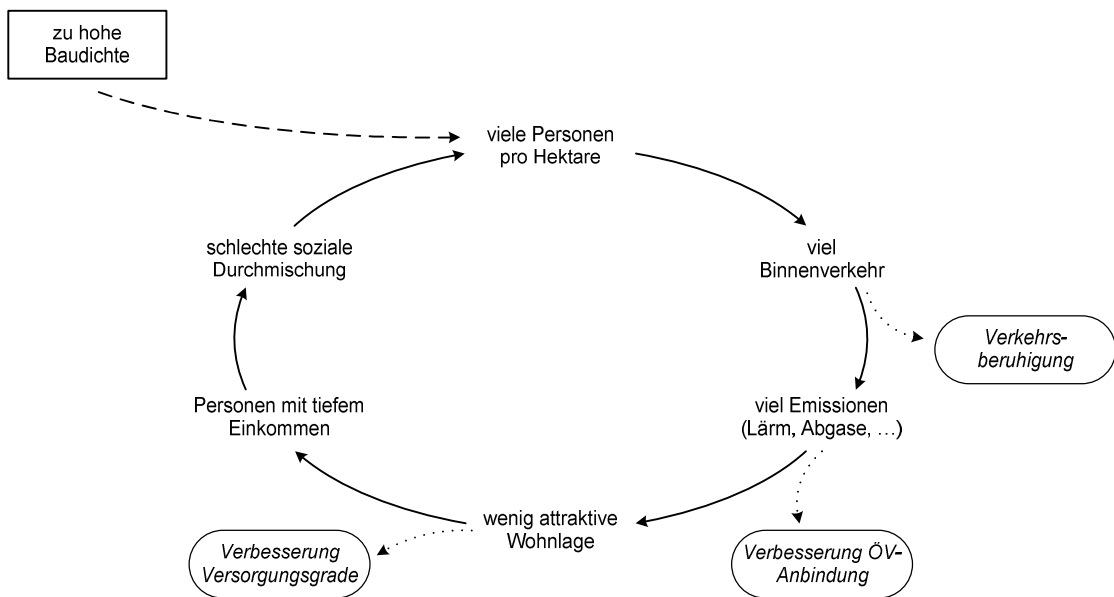


Abbildung 18: Wirkungskreis „Zu hohe Baudichte“ (Entwurf: S. P. Hauser)

Wird erkannt, dass die bestehende Baudichte zu hoch angesetzt wurde, so kann diese nachträglich meist nicht mehr reduziert werden. Zum einen sind Rechtsstreitigkeiten mit den Grundeigentümern zu erwarten, zum anderen kann die nachträgliche Reduktion der AZ dazu führen, dass die Eigentümer keine grundlegenden baulichen Veränderungen mehr vornehmen, da sie ansonsten gezwungen wären, die neue Ausnutzungsziffer anzuwenden, was dazu führt, dass die allgemeine Wohnqualität des Quartiers leidet.

Deshalb muss bei anderen Faktoren eine Verbesserung erreicht werden, so dass die bestehende Dichte tragbar wird. Gemäss dem oben genannten Wirkungskreis wäre dies in den Bereichen verbesserte Erschliessung (ÖV-Anbindung), reduzierte Belastung (Verkehrsberuhigung) und verbesserte Versorgung (bspw. zusätzlicher Grünraum).

Zu tiefe Baudichte

Eine zu tief angesetzte Baudichte bedeutet in erster Linie eine tiefe Anzahl Personen pro Hektare. Für Dienstleister im Bereich des täglichen Bedarfs bedeutet dies ein tiefes Kundenpotenzial, weshalb es sich für sie nicht lohnt, in diesen Quartieren ein Geschäft zu eröffnen. Der Versorgungsgrad der Bewohner ist demnach sehr tief und die Wegstrecken lang. Für die Besorgungen des täglichen Bedarfs wird daher in erster Linie auf das eigene motorisierte Fahrzeug zurückgegriffen, was zu einer niedrigen Benutzung der öffentlichen Verkehrsmittel führt. Aufgrund der unterdurchschnittlichen Nutzung wird auch das ÖV-Angebot klein bleiben oder gar reduziert, was wiederum dazu führt, dass auch für den Arbeitsweg primär private Verkehrsmittel verwendet werden. Da aber viele Leute auf ein funktionierendes ÖV-Netz angewiesen sind, bleibt die Anzahl an Anwohnern klein.

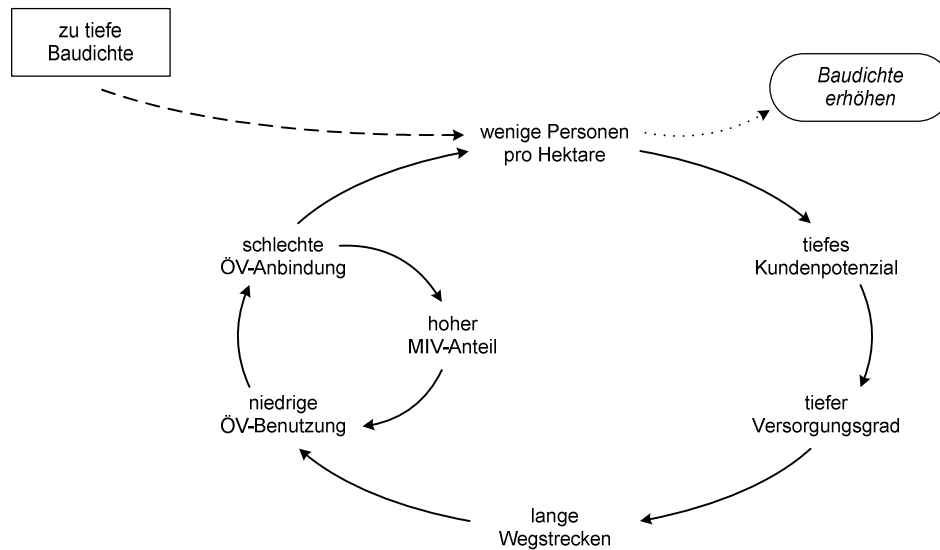


Abbildung 19: Wirkungskreis „Zu tiefe Baudichte“ (Entwurf: S. P. Hauser)

Bei einer zu tiefen Bebauungsdichte sollte der Hauptansatzpunkt demnach die Erhöhung der möglichen AZ sein. Durch die erhöhte Baudichte ist mit mehr Personen pro Hektare zu rechnen und damit mit einem höheren Kundenpotenzial. Dadurch erhöht sich der Anreiz für das Gewerbe und Detailhändler ein lokales Geschäft zu eröffnen, was wiederum zu einer besseren Versorgung führen würde, etc.

Zudem kommt diese Massnahme der Forderung nach einem haushälterischen Umgang mit der Ressource Boden nach.

4.3.1.2 Dichtebeeinflussende Faktoren

Wie aus den im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Wirkungsketten ansatzweise hervorgeht, ist die Bebauungsdichte in erster Linie abhängig von durch den Menschen generierten bzw. ihn beeinflussenden Faktoren: dem Versorgungsgrad, dem Erschliessungsgrad und dem Belastungsgrad. Daneben gibt es aber auch natürliche Faktoren, wie beispielsweise die Lage, welche nicht oder nur mit enormen technischem und finanziellem Aufwand geändert werden kann. Hinzu kommen noch historische Faktoren: Wie hat sich die Stadt entwickelt, wie weit kann sie noch wachsen?

Im folgenden Abschnitt werden zu den Bereichen Topografie, Versorgungsgrad, Erschliessungsgrad, Belastungsgrad und Siedlungsstruktur mögliche Faktoren aufgeführt und beschrieben. Einen Hinweis auf Einflussfaktoren bildet auch die Auflistung von Merkmalen einer guten, schönen Lage, wie sie SCHWICK (2005) aufführt und durch Immobilienfirmen verwendet werden: Besonnung, Fernsicht, Nähe zu Gewässern und Wäldern, tiefe Lärmimmissionen, Zentralität, Nähe zu Schulen, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitmöglichkeiten u. a.

Topografie

Die Topografie ist keines der primären, die Dichte bestimmenden Elemente. Trotzdem darf sie nicht ausser acht gelassen werden, da sie einen erhöhenden beziehungsweise reduzierenden Einfluss haben kann.

Faktor	Beschreibung
Exposition	Vielerorts besteht die Vorgabe, dass die Hauptfensterflächen von Wohnungen nicht gegen Norden orientiert sein dürfen. Eine Südhanglage ermöglicht demnach eine höhere Dichte als eine Nordorientierung.
Neigung	Die Neigung des betrachteten Gebietes hat einen Einfluss auf die mögliche Baudichte, weil je nach Orientierung die Besonnung verstärkt oder abgeschwächt wird. Hinzu kommt, dass in sehr steilen Bereichen allgemein die Dichte reduziert wird, da diese schlecht zu erschliessen sind. So können z. B.

Faktor	Beschreibung
	Strassenzüge nicht mehr gerade verlegt werden, sondern müssen in Serpentina den Hang erklimmen, was die Dichte reduziert.
Prominenz	Prominenz meint hier die Lage im Verhältnis zur angrenzenden Umgebung: Wie ist die Hektare positioniert? Liegt sie sehr exponiert, z. B. auf der Kuppe eines Hügels, oder liegt sie versteckt in einem Talkessel?

Tabelle 11: Faktoren der Topografie

Versorgungsgrad

Der Versorgungsgrad beinhaltet zum einen natürliche oder künstlich erstellte Umweltfaktoren, zum anderen Elemente des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenlebens, welche einen positiven, das heisst erhöhenden Einfluss auf die mögliche Dichte haben.

Faktor	Beschreibung
Umwelt	
Freiflächen	<p>Öffentlich zugängliche Grünflächen sind sehr wichtig: Zum einen dienen sie der Erholung, zum anderen garantieren sie gerade in sehr dicht besiedelten Gebieten ein angenehmes Mikroklima.</p> <p>Auch Gewässer tragen zu einem guten Mikroklima bei und dienen, sofern sie frei zugänglich sind, der Erholung. Allerdings ist der Effekt geringer als bei den Grünflächen, zudem lassen sie sich nicht so einfach installieren.</p>
Sozio-ökonomisch	
Freizeitmöglichkeiten	Die räumlich nahe Verfügbarkeit von kulturellen und sportlichen Freizeiteinrichtungen ist für die mögliche Bebauungsdichte kaum relevant, da für solche Freizeitmöglichkeiten (z. B. Museum, Kino, Schwimmbad) auch grössere Wege in Kauf genommen werden.

Faktor	Beschreibung
Bildungs- und Betreuungseinrichtungen	Höhere Dichte bedeutet üblicherweise auch höhere Anzahl an Kindern und Jugendlichen. Ihnen müssen in annehmbarer Distanz schulische Institutionen zur Verfügung gestellt werden. Dies gilt insbesondere für Kindergarten und Primarschule (1.-6. Klasse). Ab der Oberstufe entschärft sich dieses Problem, da Jugendliche in diesem Alter auch weitere Wegstrecken alleine bewältigen können.
Einkauf: Täglicher Bedarf	Der tägliche Bedarf bezieht sich in erster Linie auf die Versorgung mit Lebensmitteln bzw. die Erreichbarkeit von Geschäften, welche Lebensmittel verkaufen (NOGA 52.1 und 52.2). Unter Umständen könnte man auch noch Apotheken und Fachgeschäfte mit kosmetischen Artikeln in die Berechnung einfließen lassen (NOGA 52.3). Lagen mit einer guten Versorgung ziehen eine Reduktion des Verkehrs nach sich und sind sehr attraktiv für Personen mit eingeschränkter Mobilität.
Einkauf: Konsumgüter	Die Versorgungslage mit Geschäften von Konsumgütern haben nur einen geringen Einfluss auf die mögliche Bebauungsdichte. Der Grund liegt darin, dass die Anschaffung von Konsumgütern geplant wird und keinen Spontaneinkauf darstellt.
Medizinische Versorgung	Die Versorgung mit Arztpraxen, seien es nun Allgemeinmediziner oder Spezialisten, kann einen Einfluss haben, ist jedoch für den Grossteil der Einwohner bei der Wahl der Wohnlage nicht entscheidend. Gleich wie die Versorgung mit Spitaleinrichtungen ist dieser Faktor auf einer regionalen Stufe zu betrachten.

Tabelle 12: Faktoren der Versorgung

Erschliessungsgrad

Der Erschliessungsgrad wird bestimmt durch die verschiedenen technischen Netzinfrastrukturen, welche im Betrachtungsraum vorhanden sind. Je höher der Erschliessungsgrad, desto mehr Menschen können dort wohnen.

Faktor	Beschreibung
Verkehr	
ÖV	Ein hoher Erschliessungsgrad mit öffentlichen Verkehrsmitteln erhöht die mögliche Bebauungsdichte direkt, da solche Wohnlagen dazu führen, dass auf individuelle motorisierte Verkehrsmittel verzichtet werden kann, was einem der Ziele der Raumplanung (Nachhaltigkeit) entspricht.
MIV	Auch wenn der motorisierte Individualverkehr allgemein reduziert werden soll, so verhindert eine schlechte Erschliessung eine nachhaltige Ausnutzung der Bauzone, so z. B. wenn ein ganzes Quartier über eine einzige Strasse mit dem restlichen Stadtgebiet verbunden ist, da sich jeweils zu den morgendlichen und abendlichen Stosszeiten der Verkehr gegenseitig blockiert und staut („Nadelöhr“).
Technische Infrastruktur	
Wasser, Strom, Gas, Telekom, etc.	Die maximale Baudichte ist normalerweise auch abhängig von der technischen Infrastruktur bezüglich Ver- und Entsorgung. Gerade in eher dünn besiedelten Gebieten können nicht unbegrenzt Haushalte an die bestehende Infrastruktur angeschlossen werden. Im innerstädtischen Raum ist der Bestand jedoch meist so ausgelegt, dass eine Zunahme der Haushalte ohne bauliche Anpassungen möglich ist. Siehe Abgrenzung in Kapitel 0.4

Tabelle 13: Faktoren der Erschliessung

Belastungsgrad

Der Belastungsgrad beschreibt die negativen Einflüsse auf die Be-/Anwohner der betroffenen Zelle, wobei eine hohe Belastung die maximal mögliche Bebauungsdichte reduziert. Dabei kann unterschieden werden zwischen den verursachenden Faktoren und den daraus entstehenden Beeinträchtigungen. Problematisch dabei ist, dass die Auswirkungen nicht überall gemessen werden. Allgemein empfiehlt es sich daher, auf die Verursacher zu schauen und die davon ausgehenden Auswirkungen abzuleiten.

Faktor	Beschreibung
Verkehr: ÖV / MIV	<p>Die negativen Auswirkungen des Verkehrs sind sehr verschieden. Am grössten sind sicherlich der verursachte Lärm und die produzierten Giftstoffe wie Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Feinstaub und andere.</p> <p>Wichtig ist dabei festzuhalten, dass nicht nur der motorisierte Individualverkehr betrachtet wird, sondern auch die Auswirkungen des öffentlichen Verkehrs.</p>
Industrie	<p>Seitens der Industrie sind nur jene Betriebe ausschlaggebend, welche Emissionen in der Nähe von Wohngebieten produzieren. In den vergangenen Jahrzehnten wurden jedoch die meisten Industrieareale vor die Stadt verlagert und befinden sich heute in Gebieten, in denen kein direkter Einfluss auf das Wohlbefinden der Anwohner zu befürchten ist. Zudem konnten durch die Umweltgesetzgebung die meisten Emissionen reduziert werden.</p> <p>Ein Problem könnte jedoch bei der Umnutzung ehemaliger Industrieanlagen anstehen, da der Boden meist durch Altlasten verunreinigt ist.</p>
Spezielle Nutzung	<p>Einrichtungen mit spezieller Nutzung, wie zum Beispiel Sportstadien oder Eventhallen, produzieren nebst Lärm auch indirekte Auswirkungen durch die Besucherströme (Verkehr). Da dies jedoch nicht regelmässig, sondern nur ab und zu vorkommt, ist die Belastung meist annehmbar.</p>

Tabelle 14: Faktoren der Belastung

Siedlungsstruktur

Wie in Kapitel 4.2.2.2 bereits aufgeführt, hat auch die bestehende Siedlungsstruktur einer Kommune einen Einfluss, wie hoch die Ausnützung in den verschiedenen Quartieren festgelegt wird.

Da sich aber die Grösse und Grunddichte auf den gesamten Stadtraum erstrecken und nicht wie die anderen Faktoren für jede Hektarrasterzelle festgelegt wird, empfiehlt es sich, diesen Einfluss in die Skalenumrechnung (siehe Kapitel 4.3.2) zu integrieren.

4.3.1.3 Auswahl Indikatoren/Merkmale

Für die Berechnung einer dem Standort entsprechenden Baudichte werden die möglichen Indikatoren auf eine repräsentative Anzahl von Werten reduziert, für welche gemäss der Einleitung Kapitel 4.3 schweizweite Ausgangsdaten in gleicher Form und Erfassungsqualität vorliegen.

Diese Reduktion vereinfacht nebst der Berechnung der optimalen Dichte auch deren Anwendung, da der Aufwand für die Bewertung der entsprechenden Datengrundlagen reduziert werden kann.

Um trotzdem einen aussagekräftigen Wert berechnen zu können, muss auf eine ausgewogene Auswahl der verwendeten Daten geachtet werden. Die in Kapitel 4.3.1.2 beschriebenen die Dichte beeinflussenden Faktoren werden deshalb nach folgenden Kriterien bewertet:

1) Dynamik

Ist der Faktor dynamisch, d. h. durch vertretbaren Aufwand durch die Stadtverwaltung beeinflussbar? Eine alleinige Auswahl von Faktoren, welche sich nicht oder kaum beeinflussen lassen, würde die Möglichkeit zur Erkennung von Handlungsoptionen verunmöglichen.

2) Wirkung

Wirkt sich ein höherer Wert des Faktors auf die mögliche Dichte erhöhend oder reduzierend aus? Erst die Auswahl von Faktoren, welche sowohl eine hohe Dichte fördern oder verhindern, ergibt ein Gesamtmodell, welches die optimale Dichte berechnen kann und Handlungsoptionen erkennen lässt.

3) Relevanz

Ist die resultierende Wirkung des Faktors für die Bebauungsdichte eher als hoch,

mittel oder tief einzustufen? Es sollten nur Einflussgrössen verwendet werden, welche eine hohe oder zumindest mittlere Wirkung entfalten. Faktoren, welche nur einen minimalen Einfluss ausüben sind wegzulassen, da sie nur den Aufwand für Datenerhebung und Bewertung erhöhen und die Verständlichkeit des Gesamtmodells beeinträchtigen.

	Dynamik		Wirkung		Relevanz			Verwendung
	ja	nein	↑	↓	↑	↕	↓	
Topografie								
Exposition		X	(X)	(X)	X			Ja
Neigung		X	(X)	(X)		X		Ja
Prominenz		X	(X)	(X)		(X)		Nein
Versorgung								
Freiflächen	X		X		X			Ja
Einkauf: Täglicher Bedarf	(X)		X		X			Ja
Einkauf: Konsumgüter	(X)		X				X	Nein
Bildung/Betreuung	X		X			X		Ja
Medizinische Versorgung	(X)		X				X	Nein
Erschliessung								
ÖV	X		X		X			Ja
MPV	(X)		X			X		Ja
Belastung								
Verkehr: ÖV	X			X		X		Ja
Verkehr: MIV	(X)			X	X			Ja
Industrie	X			X			X	Nein
Spezielle Nutzung	X			X			X	Nein
Siedlungsstruktur								
Grösse/Grunddichte		X	X			X		Indirekt

Tabelle 15: Verwendete Indikatoren/Merkmale

Ein X steht hierbei für die eindeutige Erfüllung des Merkmals, ein (X) eine teilweise Erfüllung.

Die Relevanz des Faktors „Prominenz“ wird zwar als mittel eingestuft, jedoch angesichts der Tatsache, dass eine entsprechende Beurteilung nur mittels aufwendiger Modelle erhoben werden kann, wird auf dessen Verwendung verzichtet.

4.3.2 Skalenumrechnung

4.3.2.1 Unterschiedliche Wertebereiche

Durch das Aufsummieren der Einzelwerte für Topografie, Versorgungsgrad, Erschließungsgrad und Belastungsgrad ergibt sich für die Hektarrasterzelle ein Dichtepotenzial mit einem Wert zwischen -4.4 und +8.4 Punkten, es sei denn, das Gebiet wird als zu steil bewertet und deswegen ausgeschieden. Um eine Aussage bezüglich der Dichtedifferenz zwischen dem berechneten Dichtepotenzial und der rechtlich verbindlich festgelegten Baudichte machen zu können, muss eine Skalenumrechnung vorgenommen werden. Die Problematik der Festlegung einer Umrechnungsregel liegt dabei in mehreren Punkten:

a) Maximum/Minimum/Nullpunkt

Die Skala der Ausnutzungsziffer beginnt bei 0 und ist im Grunde genommen nach oben offen, wobei jedoch viele Gemeinden die Obergrenze bei einem Wert von 2.5 sehen.

Die Skala des Dichtepotenzials beginnt jedoch bei -4.4 und reicht bis +8.4 Punkte. Es stellt sich daher die Frage, wie sich Maximum, Minimum und Nullpunkt auf die AZ-Skala übertragen lassen.

b) Siedlungsstruktur

Abhängig davon, wie viele Einwohner die Stadt zählt und wie ihre Grunddichte ist, fällt die Skalenumrechnung unterschiedlich aus (vgl. Kapitel 4.3.1.2).

Für die Festlegung eines Skalenumrechnungsmodell bieten sich zwei Vorgehensweisen an: Zum einen über den Vergleich von Referenzskalen, zum anderen über die Angleichung des berechneten Potenzialnullpunkts an einen Zielwert.

4.3.2.2 Ansatz 1: Referenzskalen

Um die berechnete Skala des Dichtepotenzials in die AZ-Skala umrechnen zu können, müssen die beiden Werte einzelner Hektaren jeweils miteinander verglichen werden.

Hierzu werden aus dem gesamten betrachteten Siedlungsraum einzelne Hektarrasterzellen ausgewählt, bei denen die bestehende AZ vermutlich den vorhandenen Rahmenbedingungen entspricht und daher als optimal betrachtet werden kann. Diese Hektaren werden danach gemäss dem Bewertungsmodell nachgerechnet. Dies ergibt zwei Zahlenreihen (x und y), welche in der Gegenüberstellung eine Aussage über die anzuwendende Umrechnung erlauben, indem mittels einer so genannten Regressionsanalyse die Faktoren *a*, *b* und *c* bestimmt werden:

$$x = a + b \cdot y^c$$

Das Problem dabei ist festzustellen, wo die Ausnutzungsziffer gemäss Zonenplan als optimal zu betrachten ist. Da Gegenden mit optimalem Baudichtewert nicht erhoben werden, muss für das Erkennen bzw. Ausweisen derselben auf andere Verteilmuster zurückgegriffen werden.

Ansatz 1a: Soziodemografische Indikatoren

Ein optimaler Wert findet sich höchstwahrscheinlich in jenen Gebieten, in denen die Ziele der verschiedenen Stakeholder am besten erfüllt werden.

Stakeholder	Ziel	Indikator	Messgrösse
Bewohner/ Anwohner	Ein der Lebenssituation entsprechender Wohnort	Grosse Zufriedenheit mit dem Wohnumfeld/ der Wohnsituation	Tiefe Fluktuationsrate der Bewohner bzw. hohe Sesshaftigkeit
Gemeinwesen	Reduktion des MIV	Benutzung ÖV statt individueller Motorfahrzeuge	Grosser Anteil von Bewohnern mit ÖV-Nutzung
Eigentümer	Interesse, eine hohe Rendite zu erzielen	Volle Auslastung bei möglichst hoher Miete	Tiefer Leerbestand trotz hoher Miete

Tabelle 16: Indikatoren für optimale Dichte

In der Kombination der verschiedenen Einzelwerte ergeben sich jene Zellen, welche einen optimalen Wert aufweisen. Eine detaillierte Ausführung zur Daten- und Berechnungsgrundlage findet sich in Anhang A).

Ansatz 1b: Aktualitätsgrad

Parzellen, welche erst vor kurzem (maximal fünf Jahre) ein-, um- oder aufgezont wurden, verfügen über eine AZ, welche aufgrund aktueller Rahmenbedingungen festgelegt wurde, und demnach als optimal betrachtet werden kann.

4.3.2.3 Ansatz 2: Zielwertangleichung

Bei der Zielwertangleichung wird der Nullpunkt einem AZ-Zielwert gleichgesetzt. Hier bietet sich die „ideale“ Ausnützung an (vgl. Abbildung 11, Kapitel 1.4.2.2). Diese beträgt gemäss SCHMID (2006) rund 0.5 (+/-0.1). Da die anzustrebende Ausnützungsziffer jedoch je nach Siedlungsstruktur höher oder tiefer ausfallen kann, muss dieser Wert noch mit einem Korrekturfaktor gemäss Tabelle 9, Kapitel 4.2.2.2 verrechnet werden. Bei einer mittelgrossen Stadt mit mittlerer Grunddichte ergibt sich ein Wert von 1.1. Der Nullpunkt des Dichtepotenzials entspricht einem AZ-Wert von 0.55 (1.1 * 0.5).

Nebst dem Nullpunkt muss auch die Skalierung der positiven und negativen Werte auf die AZ-Skala erfolgen. Hierzu wird der grösste berechnete Wert für das Dichtepotenzial dem höchsten zu erreichende AZ-Wert (AZ-Maximum) minus dem AZ-Wert für den Nullpunkt (AZ-Zielwert) gleichgestellt:

$$\text{Berechneter Maximalwert} \triangleq \text{AZ-Maximum} - \text{AZ-Zielwert}$$

Mittels einer linearen Verteilung ergibt sich für die Berechnung der optimalen Dichte (OD) aus dem Dichtepotenzial (DP) folgende Formel:

$$\text{OD} = \frac{\text{DP} * (\text{AZ-Maximum} - \text{AZ-Zielwert})}{\text{berechneter Maximalwert}} + \text{AZ-Zielwert}$$

4.3.2.4 Auswahl Skalenumrechnungsmodell

Die Prüfung des ersten Ansatzes 1a (soziodemografische Indikatoren) mit den realen Daten seitens des BFS hat ergeben, dass diese Methode mehrere Unwägbarkeiten beinhaltet:

- Der Vergleich von Volkszählungsdaten mit noch älteren Daten ist nicht exakt, da insbesondere Geburten und Todesfälle bei eher dünn bebauten Quartieren

einen zu starken Einfluss gewinnen, was insbesondere die Sesshaftigkeitsquote beeinflussen kann.

- Die Leerbestandsquote im Zusammenspiel mit dem durchschnittlichen Quadratmetermietpreis kann nur auf Mietwohnungen angewendet werden. Aussagen zu Einfamilienhausquartieren sind nicht möglich. Zudem herrscht gerade in den grossen Siedlungsräumen eine Knappheit an bezahlbaren Mietwohnungen. Wenn man die Daten für die Stadt Zürich betrachtet, so ist fast alles vermietet (vgl. Anhang A).

Auch Ansatz 1b mittels des Aktualitätsgrades der bestehenden Ausnutzungsziffer ist fraglich. Eine Überprüfung des Vorgehens anhand bestehender Hektaren in der Stadt Zürich hat ergeben, dass die resultierenden Werte

- innerhalb einer Parzelle divergieren,
- bei gleichem Zonentyps, z. B. W3, stark schwanken können und
- diese Schwankungen sich überschneiden können, so dass eine Hektare mit W3 ein tieferes Dichtepotenzial als eine Hektare mit W2 erhalten kann.

Um diese Unschärfe zu korrigieren müssten sehr viele Hektaren betrachtet und verglichen werden, was den Vorteil einer automatisierten Betrachtung zunichte machen würde.

Aus diesen Gründen wird Ansatz 2 mit der Angleichung des Dichtepotenzialnullpunktes an einen Zielwert verwendet.

4.4 Bewertung

Um die einzelnen Faktoren aus Kapitel 4.3.1.2 zu den die optimale Dichte definierenden Einflussfaktoren aggregieren zu können, müssen sie

- auf eine einheitliche räumliche Referenzfläche (Hektarraster) umgerechnet und
- nach einem einheitlichen Raster bewertet werden.

4.4.1 Bewertungsraster

Um das Bewertungssystem möglichst einfach zu halten, wird für jeden Faktor ein jeweils fünfstufiges Raster vorgegeben. Je nach Thema des Faktors kann die

Ausprägung jedoch unterschiedlich ausfallen, abhängig davon, ob in Hinblick auf eine höhere Bebauungsdichte der Einfluss positiv und/oder negativ ist:

Wirkung	Raster				
positiv	4 sehr stark	3 stark	2 mässig	1 tief	0 keiner
„sowohl als auch“	2 sehr gut	1 gut	0 neutral	-1 schlecht	-2 sehr schlecht
negativ	0 keiner	-1 tief	-2 mässig	-3 stark	-4 sehr stark

Tabelle 17: Bewertungsraster

4.4.2 Bewertungsmaßstäbe und Gewichtung

Im Folgenden wird für die einzelnen Faktoren ein Bewertungsraster erstellt. Die topografischen Faktoren beziehen sich jeweils nur auf die jeweilige Hektarrasterzelle. Die beeinflussenden Faktoren der verschiedenen Grade (Versorgung/Erschliessung/ Belastung) betreffen jedoch nicht nur die jeweilige Zelle, sondern beeinflussen auch mehr oder weniger die Nachbarzellen. Deshalb wird jeder Faktor in drei Beeinflussungsstufen (gross, mittel, klein) eingeteilt, denen jeweils ein Einflussbereich und -muster gemäss Bewertungsraster zugeteilt wird. Bei Überlagerung der einzelnen Muster werden die zugrunde liegenden Werte nicht summiert, sondern der höhere Wert übernommen.

Die einzelnen Datenlayer mit den Rastern der bewerteten Zellen werden zu den übergeordneten Graden aggregiert. Dieser Schritt darf nicht durch einfaches Aufsummieren erfolgen, da ansonsten Grade mit vielen Faktoren stärker ins Gewicht fallen als jene, welche nur wenige Faktoren betrachten. Deshalb werden die einzelnen Faktoren eines Grades so gewichtet, dass sie im Zusammenspiel 100 Prozent des Grades ausmachen.

4.4.2.1 Topografie

Im Gegensatz zu Versorgungs-, Erschliessungs- und Belastungsgrad hat die Topografie nur einen untergeordneten Einfluss auf die mögliche Bebauungsdichte, darf aber gleichwohl nicht einfach ignoriert werden. Die Bewertung der Topografie wird deshalb nur mit 10 Prozent der anderen Faktoren gewichtet.

Exposition

Da die Besonnung als wichtiger Faktor für eine gute Wohnlage gilt, werden die beiden Himmelsrichtungen Südsüdost und Nordnordwest als die beiden Extrema festgelegt und mit dem Maximum 2 bzw. Minimum -2 bewertet. Der Einfachheit wegen werden nur ganzzahlige positive und negative Werte verwendet.

		N			
		-1	-2	-2	
W		1	0	-1	O
		2	2	1	
		S			

Neigung

Die Neigung kann nicht ohne die Betrachtung der Himmelsrichtung beachtet werden. Ein Südhang ist besser als ein Nordhang, aber eine Ebene liegt dazwischen, daher „nur“ verstärkender oder abschwächender Effekt für die Orientierung.

Hinzukommt, dass eine Neigung positiv ist, aber ab einem bestimmten Wert die Kosten für Hangsicherungsmassnahmen zu gross werden.

	Neugrad	Prozent	Auswirkung	Faktor
Eher flach	0-4	0-7.8	Neutralisierend	0
Leichte Hanglage	5-9	7.9-15.7	Normal	1
Mittlere Hanglage	10-14	15.8-23.9	Verstärkend	2
Steile Hanglage	15-19	24.0-32.4	Normal	1
Sehr steile Hanglage	≥ 20	≥ 32.5	Unbebaubar	-9999

Tabelle 18: Bewertungsmassstab Hangneigung

In der Multiplikation der beiden Faktoren Exposition und Hangneigung zusammen mit der Gewichtung der Topografie ergeben sich demnach Werte von -0.4, -0.2, -0.1, 0, +0.1, +0.2 oder +0.4.

4.4.2.2 Versorgungsgrad

Der Versorgungsgrad basiert auf den Faktoren Grünfläche, Einkauf Lebensmittel und Bildungs- und Betreuungseinrichtungen (Primarschulen und Kindergarten). Da die beiden erstgenannten für alle Anwohner wichtig sind, werden diese mit je 35 Prozent etwas stärker gewichtet als die Bildungs- und Betreuungseinrichtungen mit 30 Prozent. Da die Primarschule um einiges länger als der Kindergarten besucht wird, wird dieser Faktor doppelt so stark bewertet als jener des Kindergartens.

Grünflächen	35%	
Einkauf Lebensmittel	35%	
Primarschulen	20%	30%
Kindergarten	10%	
Total	100%	

Tabelle 19: Gewichtung Versorgungsgrad

Freiflächen

Ausgehend von der Arealstatistik werden jene Zellen ausgewählt, welche als Grünflächen oder Gewässer ausgewiesen sind. Der Vorteil bei der Verwendung der Arealstatistikdaten besteht darin, dass nur grosse Flächen betrachtet werden, und nicht einzelne Streifen entlang von Strassen, welche keinen Erholungscharakter bieten.

Um diese Flächenelemente werden Ringe gelegt, je nachdem, wie gross die umschlossene Fläche ist. Je grösser die Fläche, umso grösser ist das Einzugsgebiet.

Gross	Mittel	Klein																																																																																																																																																																																																																		
Mehr als 5 Hektaren	3-5 Hektaren	1-2 Hektare																																																																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> </table>														1	2	1	1						1	2	3	2	2	1				1	2	3	4	3	3	2	1		1	2	3	4	4	4	4	3	2		2	3	4	4	4	4	4	4	3		1	2	3	4	4	4	4	3	2		<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																							1	2	2	2	1						2	3	3	3	2						2	3	4	3	2						2	3	4	3	2						2	3	3	3	2			
1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																															
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																											
2	2	2	2	2	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																											
3	3	3	3	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																																																																																											
4	4	4	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																																																											
4	4	4	4	4	4	4	4	4	3																																																																																																																																																																																																											
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																																																																																																																																																																											
			1	2	1	1																																																																																																																																																																																																														
		1	2	3	2	2	1																																																																																																																																																																																																													
	1	2	3	4	3	3	2	1																																																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	4	4	4	3	2																																																																																																																																																																																																												
2	3	4	4	4	4	4	4	3																																																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	4	4	4	3	2																																																																																																																																																																																																												
		1	2	2	2	1																																																																																																																																																																																																														
		2	3	3	3	2																																																																																																																																																																																																														
		2	3	4	3	2																																																																																																																																																																																																														
		2	3	4	3	2																																																																																																																																																																																																														
		2	3	3	3	2																																																																																																																																																																																																														

Tabelle 20: Bewertungsmassstab Freiflächen

Einkauf Lebensmittel

Bei den Lebensmittelgeschäften ist es (zum Beispiel im Gegensatz zu Schulhäusern) möglich, dass sich mehrere unterschiedliche Geschäfte in derselben Hektarrasterzelle finden lassen.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden die einzelnen Geschäftstypen nach ihrer Grösse mit Punkten bewertet. Eine Ausnahme bilden die Fachgeschäfte: Diese werden besser bewertet als kleine Detailhändler (weniger als 400 m² Verkaufsfläche), da man für Spezialitäten einen grösseren Weg in Kauf nimmt als für Produkte, welche in jedem Geschäft zu haben sind.

NOGA	Beschreibung	Punktzahl
52.11 A	Verbrauchermärkte (> 2'500 m ²)	4
52.11 B	Grosse Supermärkte (1'000-2'499 m ²)	3
52.11 C	Kleine Supermärkte (400-999 m ²)	2
52.11 D / E	Geschäfte mit weniger als 400 m ² Verkaufsfläche	1
52.2	Fachdetailhändler	1.5

Tabelle 21: Punktbewertung Geschäftsgrösse

Die Summe dieser Punkte bestimmt, in welche Beeinflussungsstufe die jeweilige Hektare einzuteilen ist, wobei halbe Punkte jeweils abgerundet werden.

Gross	Mittel	Klein																																																																																																																																																																																																																																
Mehr als 4 Punkte	3 bis 4 Punkte	1 bis 2 Punkte																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					1	1	1							1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	2	3	3	3	2	1			1	1	2	3	3	3	2	1	1			1	1	2	3	3	4	3	3	2			1	1	2	3	4	4	3	2	1			1	1	2	3	3	4	3	3	2			1	1	2	3	3	3	2	2	1			1	1	1	2	2	2	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1					<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>				1	1	1						1	2	2	2	1					1	2	3	3	3	2	1			1	2	3	4	3	2	1			1	2	3	3	3	2	1			1	2	2	2	1					1	1	1					<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>				1	1	1					1	2	2	2	1				1	2	3	2	1				1	2	2	2	1				1	1	1			
				1	1	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																										
		1	1	1	2	3	3	3	2	1																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	2	3	3	3	2	1	1																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	2	3	3	4	3	3	2																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	2	3	4	4	3	2	1																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	2	3	3	4	3	3	2																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	2	3	3	3	2	2	1																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	1	2	2	2	1	1	1																																																																																																																																																																																																																								
		1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																									
				1	1	1																																																																																																																																																																																																																												
			1	1	1																																																																																																																																																																																																																													
		1	2	2	2	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	2	3	3	3	2	1																																																																																																																																																																																																																										
		1	2	3	4	3	2	1																																																																																																																																																																																																																										
		1	2	3	3	3	2	1																																																																																																																																																																																																																										
		1	2	2	2	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	1	1																																																																																																																																																																																																																														
			1	1	1																																																																																																																																																																																																																													
		1	2	2	2	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	2	3	2	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	2	2	2	1																																																																																																																																																																																																																												
		1	1	1																																																																																																																																																																																																																														

Tabelle 22: Bewertungsmassstab Lebensmittelversorgung

Primarschulen

Die Empfehlung der BFU für die Einrichtung eines Pedibusses¹⁰ („Autobus auf Füssen“) für Primarschüler lautet, dass die maximale Wegstrecke nicht mehr als 1 bis 1.5 Kilometer betragen soll. Davon ausgehend, dass ein Pedibus nicht die direkte Strecke verwendet, sondern die Schüler einsammelt, wird die direkte maximale Wegstrecke mit 1 Kilometer angenommen.

				1	1	1	1	1	1	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1
		1	1	1	2	2	2	2	2	1
		1	1	1	2	2	2	2	2	2
		1	1	2	2	2	3	3	3	2
		1	1	2	2	3	3	3	3	2
		1	1	2	2	3	3	4	4	3
		1	1	2	2	3	3	4	4	3
		1	1	2	2	3	3	4	4	3
		1	1	2	2	2	3	3	3	2
		1	1	1	2	2	2	3	3	2
		1	1	1	2	2	2	2	2	2

¹⁰ Beratungsstelle für Unfallverhütung: http://www.bfu.ch/German/medien/Positionspapiere/PP_Pedibus.pdf (06.10.2007)

Rechnet man die gelaufene Strecke mittels eines Umwegsfaktor von 1.2 (RÄPPEL 1984) um in eine Luftlinienstrecke, so ergibt sich ein zumutbares Gebiet von rund 850 Metern um die Primarschulen herum.

Kindergarten

Da bei Kindergärten die Besucher um einiges jünger sind, wird das Einzugsgebiet gegenüber den Primarschulen auf 400 Meter Fussweg bzw. 320 Meter Luftlinie halbiert.

		1	1	1		
	1	2	2	2	1	
1	2	3	3	3	2	1
1	2	3	4	3	2	1
1	2	3	3	3	2	1
	1	2	2	2	1	
		1	1	1		

4.4.2.3 Erschliessungsgrad

Der Erschliessungsgrad ergibt sich aus der Summe der beiden Faktoren öffentlicher Verkehr und motorisierter Individualverkehr, und beschreibt, wie gut der betrachtete Standort ans Verkehrsnetz angebunden ist. Da im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der öffentliche Verkehr vorzuziehen ist, wird dieser Faktor doppelt so stark gewichtet wie der zweite.

Öffentlicher Verkehr	65%
Motorisierter Individualverkehr	35%
Total	100%

Tabelle 23: Gewichtung Erschliessungsgrad

ÖV

Der mittlere Abstand zwischen zwei Haltestellen lässt sich ungefähr abschätzen. So weisen die Zahlen der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich VBZ auf Stadtgebiet 447 Haltestellen bei einem Streckennetz von 287 Kilometern aus¹¹. Bei der Annahme, dass jede Haltestelle im Schnitt von eineinhalb Linien angefahren wird, ergibt dies ein durchschnittlicher Abstand von rund 430 Metern. Dies entspricht auch dem geplanten neuen Linienast „Tram Zürich West“, wo auf einer Länge von 3 Kilometern sieben Haltestellen (ohne Ausgangshaltestelle) erstellt werden. Aufgrund dieser Zahlen beträgt der zumutbare Fussweg zur Haltestelle demnach 200-250 Meter.

¹¹ VBZ: http://www.vbz.ch/vbz_opencms/opencms/vbz/deutsch/DieVBZ/ZahlenFakten/ (02.08.2006)

Ausgehend von den Haltestellen des öffentlichen Verkehrs werden diese in drei Stufen eingeteilt: Gross, Mittel, Klein.

Gross	Mittel	Klein																																																																																																			
Haltestellen, an denen mehrere Linien zusammenkommen	Haltestellen von Hauptlinien, d. h. Linien, die mehrere Quartiere verbinden	Haltestellen von Quartierbussen, welche nur als Zubringer zum eigentlichen ÖV-Netz dienen.																																																																																																			
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>			1	1	1				1	2	2	2	1		1	2	3	3	3	2	1	1	2	3	4	3	2	1	1	2	3	3	3	2	1		1	2	2	2	1				1	1	1			<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>			1	1	1		1	2	2	2	1		1	2	3	2	1		1	2	2	2	1			1	1	1			<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> </table>							1	1	1			1	2	1			1	1	1	
		1	1	1																																																																																																	
	1	2	2	2	1																																																																																																
1	2	3	3	3	2	1																																																																																															
1	2	3	4	3	2	1																																																																																															
1	2	3	3	3	2	1																																																																																															
	1	2	2	2	1																																																																																																
		1	1	1																																																																																																	
		1	1	1																																																																																																	
1	2	2	2	1																																																																																																	
1	2	3	2	1																																																																																																	
1	2	2	2	1																																																																																																	
	1	1	1																																																																																																		
	1	1	1																																																																																																		
	1	2	1																																																																																																		
	1	1	1																																																																																																		

Tabelle 24: Bewertungsmaassstab ÖV-Erschliessung

MIV

Für die Beurteilung der Erschliessungsqualität für den motorisierten Individualverkehr werden die Strassenkreuzungen herangezogen. So kann vermieden werden, dass wichtige Verkehrsachsen, welche jedoch über keine Verknüpfung mit der Quartierstrasseninfrastruktur aufweisen (beispielsweise Autobahnen), eine hohe Erschliessung suggerieren. Der Einflussbereich erstreckt sich nur auf die benachbarten Zellen.

Gross	Mittel	Klein																																																																						
Kreuzungen von wichtigen Hauptstrassen, Verbindungsachsen und/oder Autobahnzubringern	Schnittstellen von Quartierstrassen mit wichtigem Haupt- und Verbindungsstrassen	Kreuzungen von Quartierstrassen																																																																						
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							2	3	2			3	4	3			2	3	2							<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							1	2	1			2	3	2			1	2	1							<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>								1				1	2	1				1		
	2	3	2																																																																					
	3	4	3																																																																					
	2	3	2																																																																					
	1	2	1																																																																					
	2	3	2																																																																					
	1	2	1																																																																					
		1																																																																						
	1	2	1																																																																					
		1																																																																						

Tabelle 25: Bewertungsmaassstab MIV-Erschliessung

4.4.2.4 Belastungsgrad

Die Faktoren des Belastungsgrads werden genau umgekehrt wie jene des Erschliessungsgrads bewertet, da die schädlichen Auswirkungen der Verbrennungsmotoren grösser sind. Zudem sind die negativen Auswirkungen des öffentlichen Verkehrs besser kalkulier- und eindämmbar sind, da weniger Fahrzeuge auf ganz bestimmten Routen verkehren.

Öffentlicher Verkehr	35%
Motorisierter Individualverkehr	65%
Total	100%

Tabelle 26: Gewichtung Belastungsgrad

Ausgehend vom bestehenden Verkehrsnetz und der Wichtigkeit der Abschnitte wird eine Aussage zur Belastung gemacht. Im Gegensatz zur Erschliessung erfolgt die Bewertung nicht von Punkten ausgehend, sondern entlang den Routen und Verkehrsabschnitten, da sich die belastenden Emissionen über die gesamte Weglänge erstrecken.

ÖV

Bei den Belastungen durch den öffentlichen Verkehr werden nur jene betrachtet, welche durch Fahrzeuge erzeugt werden, die über eine separate Linienführung oder Fahrspur verfügen, wie beispielsweise S-Bahn oder Tramlinien. Die öffentlichen Busse verwenden die vorhandenen Fahrbahnen der Strasse und sind in der Betrachtung der Auswirkungen des MIV integriert.

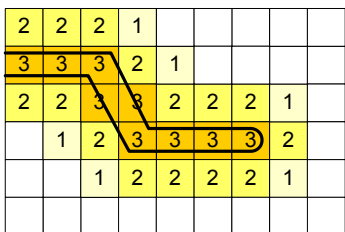
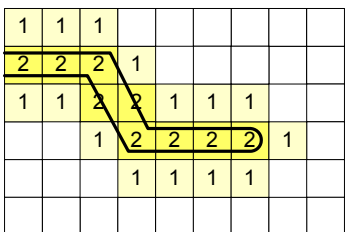
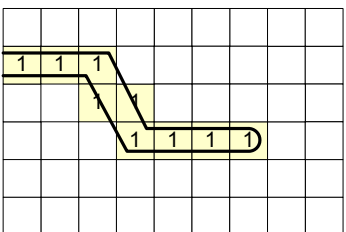
Gross	Mittel	Klein
Eisenbahn, S-Bahn	Mehrere Tramlinien	Einzelne Tramlinien
		

Tabelle 27: Bewertungsstab ÖV-generierte Belastung

MIV

Bei den Auswirkungen des motorisierten Individualverkehrs werden einzelne Strassenabschnitte, deren Wichtigkeit und somit das zu erwartenden Verkehrsaufkommen betrachtet.

Gross	Mittel	Klein																																																																																																																																																																
Autobahnen und Autostrassen	Autobahnzubringer und mehrspurige Verkehrsachsen	Wichtige Haupt- und Verbindungsstrassen																																																																																																																																																																
<table border="1"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>	3	3	3	2							4	4	4	3	2	1	1				3	3	4	4	3	3	3	2			1	2	3	4	4	4	4	3	1				2	3	3	3	3	2					1	1	1	1	1	1			<table border="1"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> </table>	2	2	2	1							3	3	3	2	1						2	2	3	3	2	2	2	1				1	2	3	3	3	3	2					1	2	2	2	2	1			<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1	1	1								2	2	2	1							1	1	2	2	1	1	1						1	2	2	2	2	1						1	1	1	1			
3	3	3	2																																																																																																																																																															
4	4	4	3	2	1	1																																																																																																																																																												
3	3	4	4	3	3	3	2																																																																																																																																																											
1	2	3	4	4	4	4	3	1																																																																																																																																																										
		2	3	3	3	3	2																																																																																																																																																											
		1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																											
2	2	2	1																																																																																																																																																															
3	3	3	2	1																																																																																																																																																														
2	2	3	3	2	2	2	1																																																																																																																																																											
	1	2	3	3	3	3	2																																																																																																																																																											
		1	2	2	2	2	1																																																																																																																																																											
1	1	1																																																																																																																																																																
2	2	2	1																																																																																																																																																															
1	1	2	2	1	1	1																																																																																																																																																												
		1	2	2	2	2	1																																																																																																																																																											
			1	1	1	1																																																																																																																																																												

Tabelle 28: Bewertungsmaassstab MIV-generierte Belastung

4.5 Funktionale Anforderungen an das System

Nebst der eigentlichen Modellerstellung und der Auswahl und Bewertung der entsprechenden Faktoren, benötigt ein Kennzahlensystem zur Anwendung auch gewisse Funktionalitäten, um die Daten zu administrieren und die gewonnenen Erkenntnisse und Informationen mit einfachen Mitteln abfragen zu können. Im Folgenden werden die wichtigsten Anforderungen kurz beschrieben:

Anforderung	Beschreibung
Datenhaltung	Das System muss die verschiedenen Grundlagendaten importieren und verwalten können, unabhängig vom angelieferten Format.
Datenaufbereitung	Die Aufbereitung der Grundlagendaten muss direkt im System vorgenommen werden können. Die entsprechenden Umwandlungs- und Bewertungsregeln sollen dabei hinterlegt, allfällige Zwischenergebnisse der Aufbereitung abgelegt werden.

Anforderung	Beschreibung
Datenformat	Das zur Speicherung verwendete Datenformat soll einem anerkannten Standard entsprechen, damit die generierten Ergebnisse auch in anderen Systemen weiterverwendet werden können.
Zugriff	Der Zugriff auf die Ergebnisse der Analysen soll unabhängig von der Hauptapplikation möglich sein.
Visualisierung Hauptergebnis	<p>Das Hauptergebnis soll so aufbereitet werden, dass je nach Stärke der Abweichung vom optimalen Dichtewerte zum einen die nötige Aktion, und zum anderen die Priorität erkennbar ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="643 875 1445 1021">■ gelb Dichtedifferenz von -0.25 bis +0.25 Bestehende und optimale Dichte entsprechen sich ungefähr, es drängen sich keine Massnahmen auf. <li data-bbox="643 1055 1445 1200">■ rot Dichtedifferenz von -x bis -0.25 Die Dichte ist zu hoch, es müssen Massnahmen getroffen werden. <li data-bbox="643 1234 1445 1379">■ grün Dichtedifferenz von +0.25 bis +x Die Dichte ist zu tief festgelegt, ein Potenzial für Verdichtung nach innen ist vorhanden.
Auswahlmöglichkeit: Zwischenergebnisse	Nebst dem Gesamtergebnis der Modellberechnung sollen auch die Zwischenergebnisse als einzelne Schichten ein- bzw. ausgeblendet werden können.
Auswahlmöglichkeit: Zeitreihen	Nebst dem Abruf von Zwischenergebnissen soll auch der Vergleich mit „alten“ Auswertungen erfolgen. Die entsprechenden Daten sind im System vorzuhalten und dynamisch einzubinden, so dass die Entwicklung und Auswirkung von getroffenen Massnahmen mitverfolgt werden können.

Anforderung	Beschreibung
Inhalt Datentabelle	Nebst der grafischen Visualisierung der Datensätze sollen die exakten Werte einer ausgewählten Hektare und die Durchschnittswerte in vordefinierten Umkreisdistanzen tabellarisch dargestellt werden.
Visualisierung Datentabelle	Je nachdem, ob die Durchschnittswerte der Umkreise als besser oder schlechter als jene der gewählten Hektare gelten, werden sie mit einer entsprechenden Farbgebung markiert.

Tabelle 29: Anforderungen Funktionalitäten

Es empfiehlt sich, die Funktionalitäten zur Datenadministration, Modellabbildung und -ausführung von jenen zur Abfrage der Ergebnisse zu trennen. Als Beispiel für die Umsetzung eines reinen Abfragesystems mag die „Demographische Umgebungsanalyse“¹² im so genannten GIS-Browser des Kantons Zürich dienen:

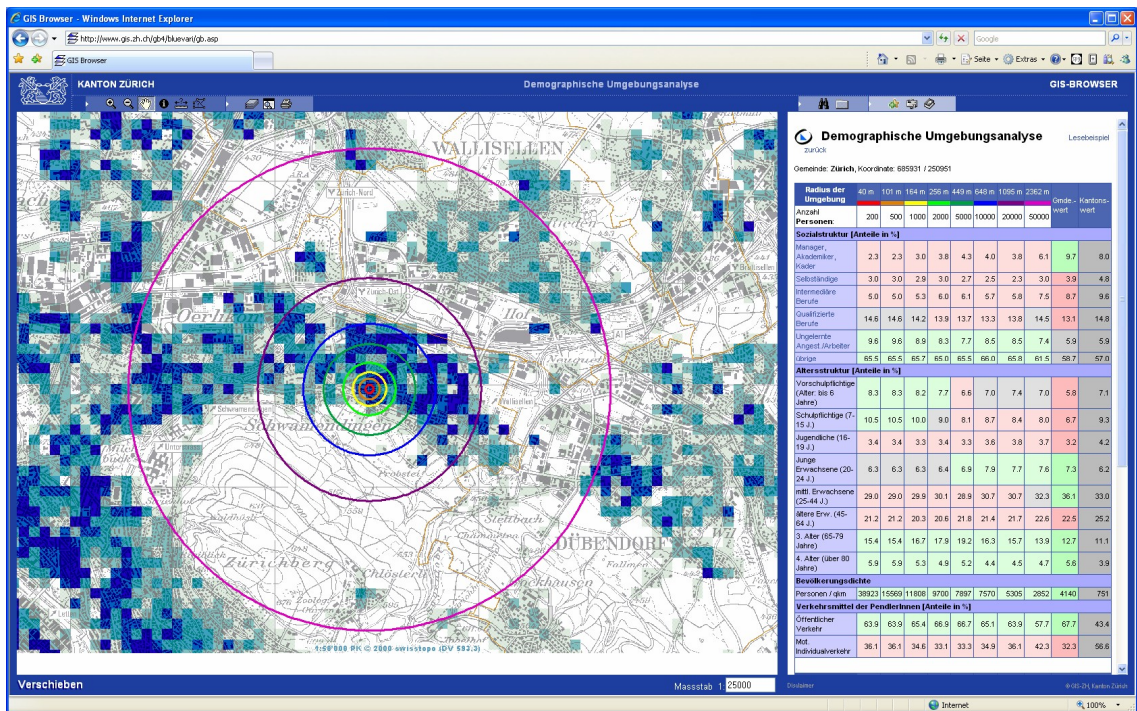


Abbildung 20: Screenshot „Demographische Umgebungsanalyse“ (Quelle: Webseite des Kantons Zürich)

¹² Kanton Zürich: <http://www.gis.zh.ch/gb4/bluevari/gb55stademogr.asp> (02.08.2007)

5 Umsetzung/Verifikation

5.1 Vorgehen

Die Umsetzung zur Verifikation des gewählten Ansatzes erfolgt in fünf Einzelschritten, welche in den folgenden Kapiteln 5.2-5.5 detailliert beschrieben werden.

1. Testgebiet
Auswahl eines geeigneten Testgebietes für die Umsetzung/Verifikation des vorgeschlagenen Baudichtekennzahlensystems.
2. Daten
Beschaffung und Aufbereitung der benötigten Grundlagendaten zum Zwecke des Modellaufbaus.
3. Skalenumrechnung
Festlegung der Umrechnungsvariablen von der berechneten Skala in die AZ-Skala.
4. Modellaufbau
Erstellung des eigentlichen Modells und Verrechnung der verschiedenen Grundlagendaten gemäss der Bewertungsregeln.
5. Ergebnisdarstellung
Visualisierung des Endergebnisses und dessen Interpretation.

5.2 Testgebiet

5.2.1 Auswahlkriterien

Für die Auswahl eines geeigneten Testgebietes wurde auf mehrere Kriterien abgestellt. Der Siedlungsraum sollte:

- gut bekannt und städtisch geprägt, jedoch nicht zu gross oder zu klein sein;
- mehrheitlich Wohnzonen aufweisen;
- Zugänge zu diversen Verkehrsmitteln aufweisen;
- ein gewisses Alter aufweisen, so dass mit baulichen Erneuerungen und Veränderungen in absehbarer Zeit gerechnet werden kann;

- in einem Gebiet liegen, dessen Rahmenbedingungen sich in den vergangenen Jahrzehnten stark verändert haben;
- aus städtebaulicher Sicht gut dokumentiert sein.

5.2.2 Auswahl und Kurzbeschreibung

Die Stadt Zürich als mein Wohnort bot sich an, da ich nun seit 15 Jahren in dieser Stadt wohne, die Veränderungen miterlebt habe und auch deren Schwächen in der städtischen Struktur mittlerweile kenne. Die Stadt Zürich ist gleichzeitig der grösste Siedlungsraum der Schweiz, mit rund 370'000 Einwohnern innerhalb der Stadtgrenzen und etwa einer Million im Grossraum.

Um den Berechnungsaufwand in Grenzen zu halten, wird nur einer der zwölf Zürcher Stadtkreise genauer betrachtet. Aufgrund der oben genannten Auswahlkriterien fiel die Wahl auf den Stadtkreis 12 „Schwamendingen“, welcher sich am nordöstlichen Rand der Stadt befindet und sich aus den Quartieren Schwamendingen Mitte, Saatlen und Hirzenbach zusammensetzt.

Schwamendingen, das eine Fläche von 5.27 km² aufweist, wurde 1934 eingemeindet und dem Kreis 11 zugeordnet. Während des Baubooms der 50er-Jahre explodierte die Einwohnerzahl auf das über zehnfache, von ehemals rund 3'000 auf 34'500 Einwohner. Dies führte 1971 zur heute noch gültigen städtischen Einteilung, indem Schwamendingen zu einem eigenen Stadtkreis erklärt wurde.

Mittlerweile ist die Einwohnerzahl Schwamendingens wieder unter die 30'000 gefallen, und beträgt heute noch etwa 28'000, obwohl in den vergangenen Jahrzehnten auch in diesem Stadtkreis vor allem an der peripheren Lage eine rege Bautätigkeit herrschte. Der Grund liegt in erster Linie am gesteigerten Platzbedarf, der im Allgemeinen beobachtet werden kann.

SUMI/BURKHALTER (2002) befassten sich in ihrem Artikel ebenfalls mit dem Nachverdichtungspotenzial von Schwamendingen. Aufgrund der Analyse- und Entwurfsarbeiten von Studenten kamen sie zum Schluss, dass stellenweise eine maximale Aufzonierung der AZ von 0.25 auf bis zu 1.30 möglich wäre. In einer nicht verifizierten These stellen sie sogar die Forderung nach einer maximalen Ausnutzungsziffer von bis zu 2.50 - eine sicherlich sehr kontroverse Forderung.

5.2.3 Räumliche Entwicklung 1870-2000

Um 1870

Im 19. Jahrhundert war Schwamendingen ein typisches Strassendorf auf dem Weg von Zürich nach Winterthur.

Etwas grösser als das benachbarte Oerlikon schmiegte es sich am Rande eines Rietgebietes an den nördlichen Fuss des Zürichberges.

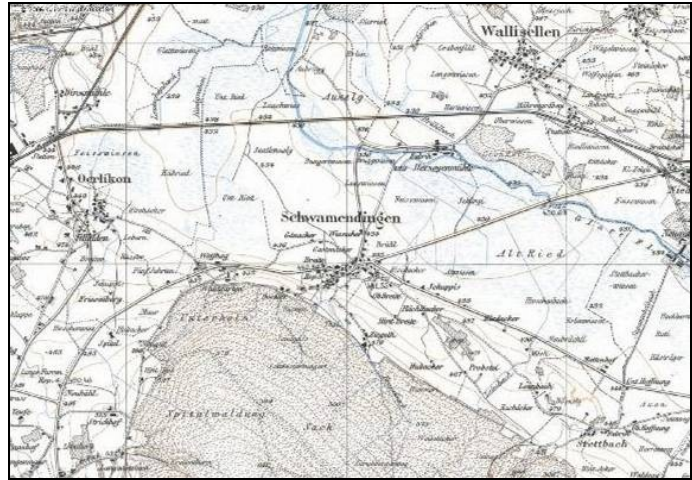


Abbildung 21: Schwamendingen um 1870 (Quelle: Siegfriedkarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627)

Auf der Karte sind bereits die Bahnlinien Zürich-Winterthur und Zürich-Dübendorf zu erkennen.

Um 1945

Im Raum Oerlikon (westlich von Schwamendingen) fand eine enorme Entwicklung statt. Wie dem Kartenbild zu entnehmen ist, entstanden städtische Strukturen und insbesondere in der Nähe der Bahngleise grössere Industriekomplexe (grobe Körnung).

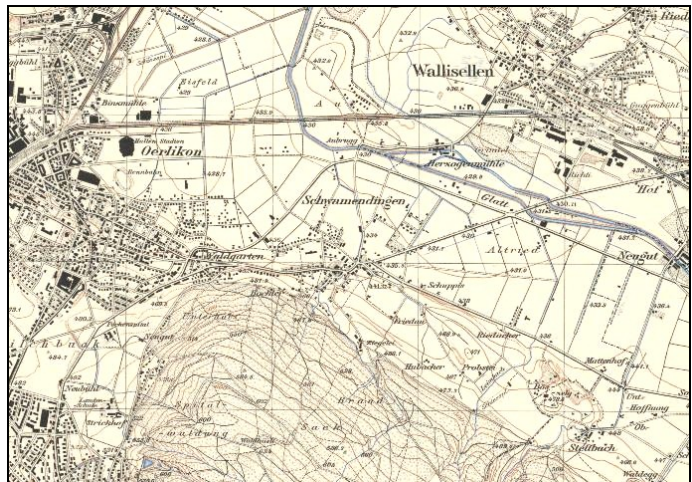


Abbildung 22: Schwamendingen um 1945 (Quelle: Siegfriedkarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627)

Nebst der verkehrstechnisch günstigen Anbindung war sicherlich auch die Eingemeindung von 1934 ein Grund für diese Entwicklung. Auch Wallisellen hatte ein starkes Wachstum hinter sich, im Gegensatz zu Schwamendingen, welches noch weitestgehend dörflich strukturiert war, wobei jedoch bereits die radiale Strassen- und Wegestruktur der geplanten Stadterweiterung erkennbar waren.

Um 1960

Innerhalb weniger Jahre wurde die Gartenstadt Schwamendingen nach den Plänen von Stadtbaumeister Steiner erstellt. Ausgehend vom ursprünglichen Dorfzentrum wurde ein radiales Muster von Strassen und Wegen angelegt.

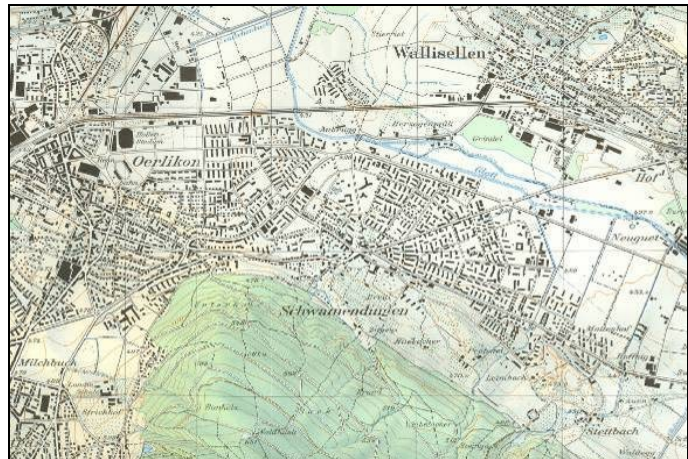


Abbildung 23: Schwamendingen um 1960 (Quelle: Landeskarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627)

Auf der westlichen Seite wuchs Schwamendingen mit Oerlikon zusammen, jedoch bestand weiterhin eine klare Siedlungsgrenze gegen Norden, Osten und Süden.

Um 2000

Seit der Siedlungserstellung hat sich das Umfeld und insbesondere die Verkehrsinfrastruktur stark verändert: In den 70er-Jahren wurde ein Autobahn-Ypsilon (Richtung Zürich City, Zürich Flughafen, St. Gallen) erstellt; ein grosser Autobahnanschluss zwischen Schwamendingen und Dübendorf band das Quartier an.

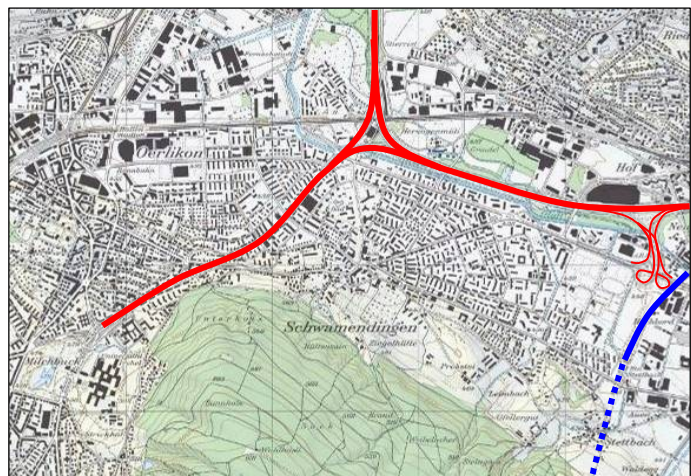


Abbildung 24: Schwamendingen um 2000 (Quelle: Landeskarte, Reproduktionsbewilligung swisstopo BA071627)

Zudem wurde Ende der 80er- und Anfang der 90er-Jahre das S-Bahn-Netz erstellt. Im Osten Schwamendingens entstand eine S-Bahn-Haltestelle mit schnellen Direktverbindungen ins Stadtzentrum, nach Winterthur und ins Zürcher Oberland.

Überraschenderweise hatte diese Entwicklung kaum einen Einfluss auf die Siedlungsstruktur Schwamendingens, sondern nur auf die Walliseller und Dübendorfer Seite, wo

insbesondere Industrie- und Dienstleistungsareale entstanden und zu einem Verschwinden der nördlichen und östlichen Siedlungsgrenze führte.

5.3 Daten

Das entworfene Kennzahlensystem basiert auf der Verrechnung von Rasterdatensätzen. Ein Grossteil der verwendeten Daten sind jedoch Vektordaten beziehungsweise als Vektoren erfasste Informationen, wie zum Beispiel die Strassenzüge oder der Zonenplan. Datenaufbereitung bedeutet hier demnach in erster Linie die Bewertung und Umwandlung in Rasterdaten gemäss den in Kapitel 4.4 definierten Regeln.

Die Zwischenergebnisse der einzelnen Umformatierungen und Bewertungen finden sich in Anhang B.

5.4 Skalenumrechnung

Gemäss der Definition in Kapitel 4.3.2 wird die Skalenumrechnung mittels der Anpassung an den einen AZ-Zielwert vorgenommen.

Für Zürich mit 371'767 Einwohnern und einer Grunddichte von 4046 Einw./km² ergibt sich ein Korrekturfaktor von 1.4. Dieser wird multipliziert mit dem durchschnittlichen Zielwert von 0.5, der AZ-Zielwert beträgt demnach 0.7. Zusammen mit den anderen Werten ergeben sich folgende Rechengrundlagen:

- AZ-Zielwert 0.70
- Berechneter Maximalwert 4.95
- AZ-Maximum 2.05

$$\begin{aligned}
 OD &= \frac{DP * (AZ\text{-Maximum} - AZ\text{-Zielwert})}{\text{berechneter Maximalwert}} + AZ\text{-Zielwert} \\
 &= \frac{OD * (2.05 - 0.7)}{4.95} = OD * 0.271 + 0.7
 \end{aligned}$$

5.5 Ergebnisdarstellung

Die Verrechnung der einzelnen Faktoren gemäss dem definierten Gesamtmodell ergibt folgende Darstellung:

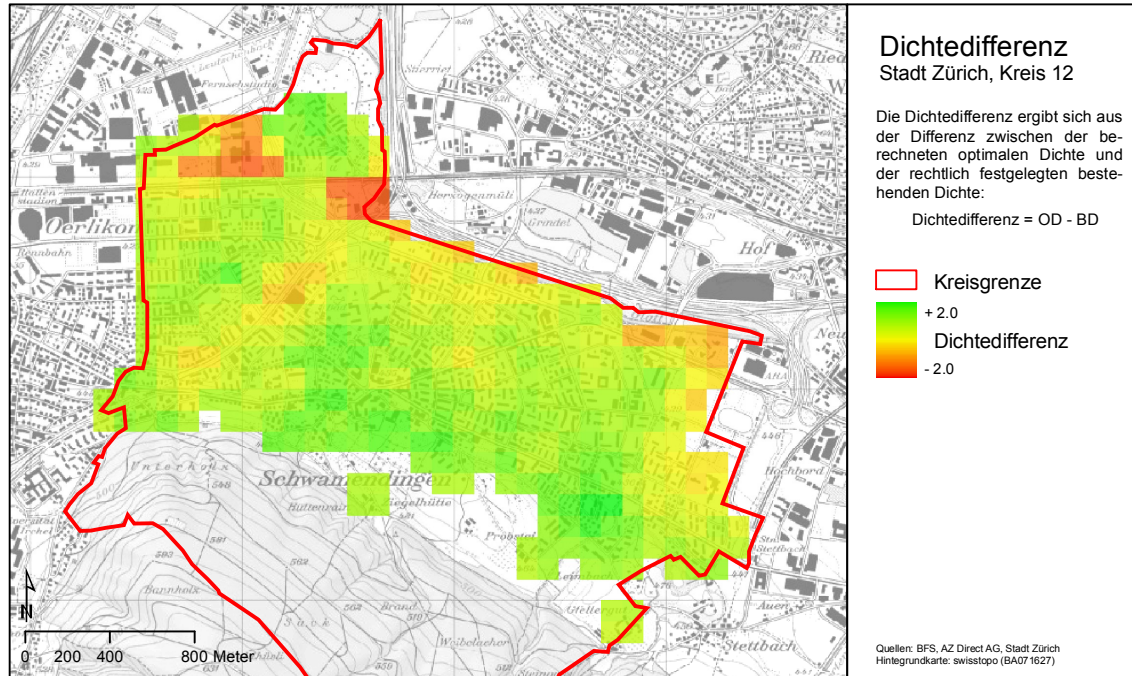


Abbildung 25: Dichtedifferenz, Stadt Zürich, Kreis 12

Wie zu erkennen ist, bietet Schwamendingen fast gänzlich ein grosses Verdichtungspotenzial. Dies entspricht dem erwarteten Ergebnis, da sich gemäss der Beschreibung in Kapitel 5.2 die Siedlungsstruktur in den vergangenen fünfzig Jahren kaum verändert hat, obgleich die Rahmenbedingungen stark änderten.

Das grösste Potenzial für zusätzliche Verdichtung liegt entlang der südlichen Siedlungsgrenze mit einem Schwerpunkt beim alten Zentrum und einem weiteren Richtung S-Bahn-Station Stettbach. Auch an der nördlichen Spitze wäre Verdichtung gemäss dem Modell lohnenswert.

Die grössten Probleme bezüglich zu hoher Festlegung der Bebauungsdichte sind zum einen entlang der Autobahn und dem östlichen Siedlungsrand zu erkennen, und in den beiden eigentlichen „Hotspots“ im Norden. Bei diesen zwei Gebieten ist anzumerken, dass es sich hierbei um Zonen für öffentliche Bauten handelt, welche eine Dichte von bis zu 2.05 (AZ) haben können. Konkret handelt es sich beim westlichen Punkt um eine Kehrlichtverbrennungsanlage und beim östlichen um ein Heizkraftwerk.

Interessant ist auch der Vergleich der berechneten optimalen Dichte mit den Werten aus SUMI/BURKHALTER (2002), welche aufgrund architektonischer Entwürfe entstanden sind.

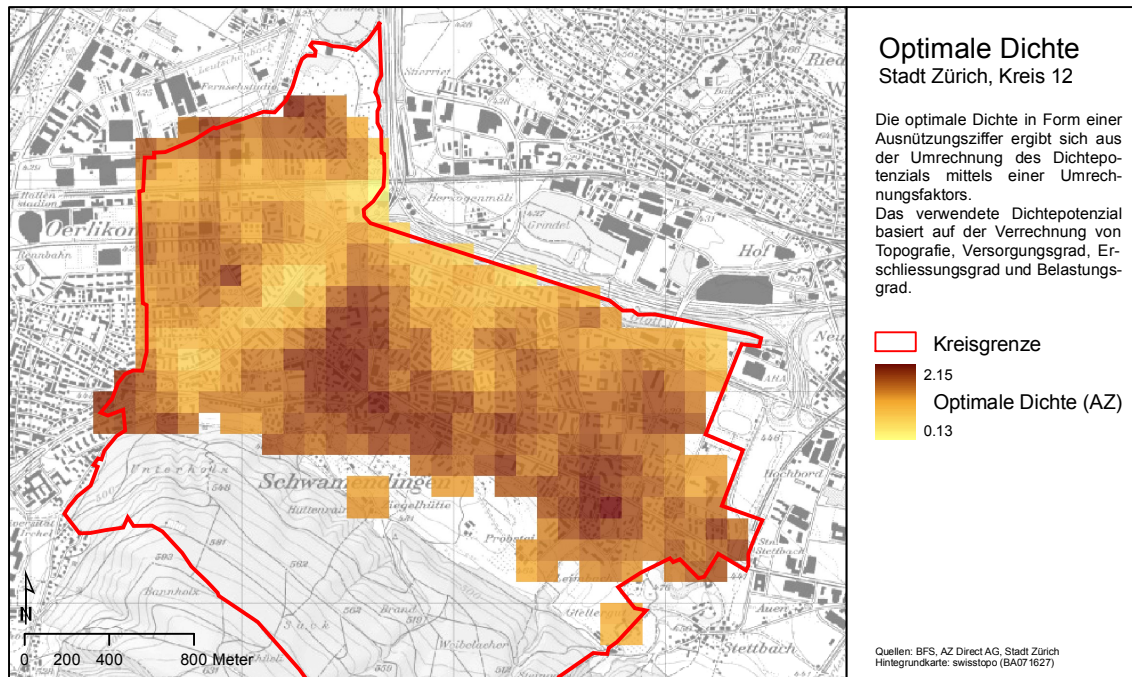


Abbildung 26: Optimale Dichte, Stadt Zürich, Kreis 12

Entlang der südlichen Siedlungsgrenze ergibt das Modell eine Dichte, welche im Durchschnitt um etwas höher liegt als die im genannten Artikel. Aber gerade im Bereich der Siedlung Mattenhof westlich der S-Bahn-Station Stettbach stimmt der Wert gut überein (Modell und Artikel ca. 1.30)

6 Beurteilung und Erkenntnisse

***These 1** Im Bereich der Orts-/Stadtplanung kann ein Kennzahlensystem aufgebaut werden.*

Wie die vorliegende Arbeit zeigt, lässt sich ein Kennzahlensystem auch in der Orts- und Stadtplanung aufbauen. Die zu verfolgenden Ziele lassen sich durch die Auswahl entsprechender Faktoren und deren Bewertung abbilden.

Wie nicht anders erwartet zeigen sich bei der Modellierung aber Probleme bezüglich der Auswahl von Indikatoren, bei deren Bewertung und Umrechnung Kompromisse eingegangen werden müssen. Hierbei sei aber festgehalten, dass ein Modell immer eine Vereinfachung der Realität darstellt.

Um jedoch als richtiges Steuerungselement Verwendung zu finden, ist es nötig, die Grunddaten in regelmässigen Abständen zu erneuern. Dies ist allerdings angesichts der teilweise extrem langen Erhebungsintervalle schwierig: So basieren die aktuell für die gesamte Schweiz verfügbaren Daten der Arealstatistik auf Luftaufnahmen von 1992. Neuere Aufnahmen aus dem Jahr 2000 sind zwar vorhanden, aber erst für die Westschweiz erfasst. Für den Raum Zürich soll die Auswertung etwa Ende 2007/Anfang 2008 erfolgt sein, für die Ostschweiz um St. Gallen jedoch erst im Jahr 2009, also 17 Jahre nach der Erhebung.

Es empfiehlt sich daher, mehr auf nur lokal verfügbare Datensätze zurückzugreifen, da deren Aktualitätsgrad um einiges höher ist, und das Kennzahlensystem dementsprechend anzupassen.

***These 2** GI-Systeme können auch als Kennzahlensysteme eingesetzt werden. Bei der Arbeit in der Planung mit Geodaten bieten sie sich geradezu an.*

Was für diese These spricht, ist, dass GI-Systeme die arithmetische Verrechnung vorhandener Informationen aus unterschiedlichen Datensätze erlauben, wobei sich die Art der Verrechnung auch hinterlegen und regelmässig zwecks Erfolgskontrolle wiederholen lässt.

Die Betrachtung von städtebaulich relevanten Planungsdaten benötigt zudem eine flächige, zweidimensionale Betrachtung, da z. B. punktuelle Informationen auf die

Umgebung nach definierten Regeln „ausgebreitet“ werden müssen (Beispiel: Erreichbarkeit ÖV), bzw. einen Einfluss auf Nachbarzellen ausüben (Lärmquellen). Auch die anfallenden Ergebnisse müssen in flächiger Form visualisiert werden, da sich Muster erst im Zusammenspiel mit Nachbargebieten erkennen lassen.

Ausserdem sind GI-Systeme in der räumlichen Planung mittlerweile ein „übliches“, vertrautes und verbreitetes Arbeitsmittel.

Angesichts dieser Punkte lässt sich auch diese These als erfüllt beurteilen.

***These 3** Das Kennzahlensystem zeigt Probleme bei der Zielerreichung und entsprechende Handlungsoptionen auf.*

Das Kennzahlensystem zeigt zwar die genannten Punkte auf, um aber das Ergebnis richtig interpretieren zu können, ist eine ausführliche Dokumentation des Modells und der verwendeten Datenauswahl und -interpretation notwendig.

Bei unreflektiertem Aktionismus besteht ansonsten die Gefahr, dass aufgrund der Ergebnisse falsche Entscheidungen getroffen werden.

***These 4** Bei ausgeglichener Auswahl von Einfluss- und Bewertungsgrößen ermöglicht ein Planungskennzahlensystem eine unvoreingenommene Betrachtungsweise.*

Die Schwierigkeit besteht in erster Linie darin, eine objektive und ausgeglichene Auswahl von Einflussfaktoren zu treffen und diese in der richtigen Gewichtung zueinander in Relation zu stellen. Ist dieser Schritt geschafft, so kann jede einzelne Zelle des Siedlungsraumes gleich wie die anderen bewertet werden, unabhängig davon, wer das System bedient.

Wichtig dabei ist, dass das gewählte Modellregelwerk sauber dokumentiert wird, um bei Unstimmigkeiten die erzielten Resultate nachprüfen zu können.

***These 5** Ein GIS-basiertes Planungskennzahlensystem vereinfacht die Kommunikation mit den verschiedenen Interessensgruppen durch verbesserte Visualisierungsmöglichkeiten.*

Die visuelle Aufarbeitung von Planungsdaten ermöglicht sicherlich eine einfachere Kommunikation als mit rein tabellarischen oder sprachlichen Erklärungen. Ob das grafische Endergebnis durch Laien aber auch richtig interpretiert werden kann, müsste erst durch eine weitere Arbeit geprüft werden.

7 Fazit und Ausblick

7.1 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit, das Potenzial von GI-Systemen als Kennzahlensystem zur Bewertung bestehender Siedlungsstrukturen abzuklären, die Anforderungen an ein solches Kennzahlensystem festzuhalten und Erkenntnisse zu gewinnen, welche Vorarbeiten für einen produktiven Einsatz noch zu leisten wären.

Potenzial

Das Potenzial ist sicherlich gegeben. Zwar ermöglicht ein GIS-basiertes Kennzahlensystem für räumliche Planungen nicht unbedingt ein schnelleres Arbeiten, da die anfallenden Arbeitsschritte der „herkömmlichen“ Planung in ein computergerechtes Format überführt werden müssen:

- Erhebung/Aktualisierung der Grundlagendaten
- Definition der zu verfolgenden Ziele
- Auswahl der zielbeeinflussenden Faktoren
- Erstellung eines Bewertungsschemas
- Durchführung der Bewertung

Das produzierte Ergebnis ist aber als neutraler als bei der manuellen Bearbeitung zu betrachten, da durch ein definiertes Bewertungsmuster/-vorgehen pro Zelle bei gleichen Grundlagendaten immer die gleichen Ergebnisse anfallen.

Anforderungen

Die Anforderungen an das Kennzahlensystem beziehen sich vor allem auf

- die Abbildung des Planungsprozesses, ausgehend von der Situation und den Zielen bis zu den Handlungsoptionen,
- die Auswahl der verwendeten Daten und deren Aufbereitung,
- die zur Benutzung benötigten Funktionalitäten.

Die grösste Schwierigkeit liegt in der modellhaften Abbildung der Realität, da im Sinne einer möglichst guten Abbildung auch möglichst viele Faktoren ins Modell einfließen

sollen. Andererseits sollen aber aus Handhabungs- und Verständlichkeitsgründen nur die ausschlaggebenden Faktoren abgebildet werden, da der Aufwand für die Beschaffung und Bearbeitung der Daten ansonsten zu gross wird. Die Auswahl der Faktoren in dieser Arbeit erfolgte zu einem grossen Teil aus Erfahrung. Vor einem produktiven Einsatz des Gesamtmodells sollten deshalb die einzelnen Faktoren nochmals auf ihre Signifikanz überprüft werden

Vorarbeiten

Um das System in einen produktiven Einsatz bringen zu können, müssten insbesondere die verwendeten Datensätze überprüft werden. Durch die Verwendung von gesamtschweizerisch-verfügbaren Datensätzen wie zum Beispiel Betriebszählung, Volkszählung oder auch Arealstatistik muss ein Teil der Informationen als veraltet betrachtet werden, da deren Erfassungsintervall zehn Jahre und mehr beträgt. Um aber als Steuerungselement verwendet werden zu können, sind die Grundlagendaten regelmässig zu aktualisieren (vgl. Kapitel 6). Gerade lokale Daten sind aber auch in kürzeren Abständen verfügbar, weshalb ins Auge gefasst werden sollte, das Gesamtmodell entsprechend anzupassen, so dass eine Überprüfung der Dichtesituation alle zwei bis drei Jahre erfolgen kann. Der Nachteil einer Anpassung an lokal verfügbare Datensätze wäre aber, dass ein Vergleich mit anderen Siedlungsräumen nicht mehr machbar wäre.

Zudem wurde für die Skalenumrechnung angenommen, dass die Skala des Dichtepotenzials gleich wie die AZ-Skala mehr oder weniger linear verläuft. Ob dies jedoch so stimmt, müsste mit einer grösseren Datenmenge überprüft werden, da der relative Verlauf der beiden Kurven zueinander auch exponentiell, logarithmisch oder gar eine Kombination dieser mathematischen Werteverläufe sein kann.

7.2 Ausblick

Was könnte nun mit dem Ergebnis dieser Arbeit gemacht werden, welche Schritte wären zu verfolgen?

Einerseits sollte der Versuch gemacht werden, das beschriebene Kennzahlensystem zu institutionalisieren, d. h., es als Pilotsystem in einem Stadtplanungsamt umzusetzen und einzuführen, und die damit produzierten Ergebnisse als Diskussions- und Entscheidungsgrundlagen im Umgang mit den erwähnten Interessensgruppen einzuführen.

Zum anderen bewegt sich das vorgeschlagene Modell auf der Ebene der Orts- und Stadtplanung. Zu prüfen wäre, ob sich das Modell und Vorgehen bei entsprechender Adaption auch auf andere, sowohl über- als auch untergeordneten Ebenen anwenden liesse. Auf untergeordneter Stufe wäre eine Anwendung des gleichen Prinzips bei der Bewertung einzelner Themen, wie Freiflächenversorgung oder Erschliessungsqualität, auf übergeordneter Ebene auf ganze Regionen oder gar Länder denkbar.

8 Literaturverzeichnis

AFS = Amt für Städtebau der Stadt Zürich

ARE = Bundesamt für Raumentwicklung

BFS = Bundesamt für Statistik

BRP = Bundesamt für Raumplanung (heute ARE)

EJPD = Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement

HDB = Hochbaudepartement der Stadt Zürich

RPG Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz); Nr. 700

RPV Raumplanungsverordnung; Ziffer 700.1

PBG KtZH Planungs- und Baugesetz des Kanton Zürich; Nr. 700.1

BO StZH Bauordnung der Stadt Zürich; Nr. 700.100

BZO StZH Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich

ADAM, D. (1980): *Planung und Entscheidung. Modelle - Ziele - Methoden*. Wiesbaden.

ARE (Hrsg. 2004): *Übersicht über die raumwirksamen Tätigkeiten des Bundes 2004*.
ARE, Bundesamt für Raumentwicklung. Bern.

ARE (Hrsg. 2005): *Raumentwicklungsbericht 2005, Zusammenfassung*. BBL,
Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern.

BFS (2002): *NOGA. Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige. Erläuterungen*.
BFS, Bundesamt für Statistik. Neuchâtel.

BRP, EJPD (Hrsg. 1998): *Vademecum Raumplanung Schweiz*. EDMZ, Eidgenössische
Drucksachen- und Materialzentrale. Bern.

BÜHN, G. (1980): *Betriebliche Kennzahlen als Führungsinstrument*. Rudolf Haufe
Verlag. Freiburg..

DEHRENDORF, M., HEISS, M. (2004): *Geo-Informationssysteme in der kommunalen
Planungspraxis*. Points Verlag. Norden/Halmstad

- EBERHARD, F., LÜSCHER, R. (Hrsg. 2007): *Zürich baut*. Birkhäuserverlag. Basel.
- EGER, A. (2004): *GIS Geografisches Informationssystem. Anwendung am Beispiel der Stadt Zürich*. Zeitschrift gwa (Gas-Wasser-Abwasser), 1/2004, S. 13 ff.
- FISCHER, B. (1983): *Bewertungsansätze für ökologische Belange in der räumlichen Planung*. Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart. Stuttgart.
- GILGEN, K. (2006): *Kommunale Richt- und Nutzungsplanung, Ein Lehrbuch*. vdf Hochschulverlag. Zürich.
- GLATTHARD, T. (1996): *Geo-Informationssysteme im Dienste der Raumplanung*. Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP. Bern.
- HDB, AFS (Hrsg. 2005): *Nachhaltige Stadtplanung in der Stadt Zürich: Prinzipien, Beurteilungssystem und Beispiele*. Zürich.
- HERCZOG, A., HUBELI, E. (1988): *Qualifizierte Verdichtung in städtischen Aussenquartieren*. Bericht 25 des nationalen Forschungsprogrammes „Boden“. Liebefeld-Bern.
- HUBER, F. (Hrsg. 1986): *Die Ausnützungsziffer, Zürcher Studien zum öffentlichen Recht*. Schulthess Polygraphischer Verlag. Zürich.
- KOLL-SCHRETZENMAYR, M., MEIER, M. (2004): *Zur Geschichte der Landesplanung in der Schweiz*. Zeitschrift DISP, Nr. 159, S. 2
- LAMPUGNANI, V. M. et al. (Hrsg. 2007): *Städtische Dichte*. Verlag Neue Zürcher Zeitung. Zürich.
- LENDI, M. (1996): *Zur Geschichte der Raumplanung der Schweiz*. Zeitschrift DISP, Nr. 127, S. 24-26.
- PIETSCH, T., MEMMLER, T. (2003): *Balanced Scorecard erstellen, Kennzahlen-ermittlung mit Data Mining*. Erich Schmidt Verlag. Berlin.
- PRO NATURA (Hrsg. 2005): *Flächen gewinnen - Anreizorientierte Instrumente in der Raumplanung. Teil I: Literaturanalyse und Modellrechnung zu den Kosten der Zersiedelung*. Pro Natura. Basel.
- RÄPPEL, M. (1984): *Wohnqualität in Städten. Ein Verfahren zur Gebietseignung für Wohnen in städtischen Teilräumen*. Dissertation. Dortmund.
- REGIERUNGSRAT DES KANTONS ZÜRICH (Hrsg. 2001): *Raumplanungsbericht 2001, Bericht des Regierungsrates an den Kantonsrat*. KDMZ, Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale. Zürich.

- SCHMID, W. (2006): *Vorlesung Planung - Foliensatz*. Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung, ETH Zürich. Zürich.
- SCHWARZ-V. RAUMER, H.-G. (1999): *Bewertungsverfahren: Bedeutung in der raumbezogenen Planung, Methodik und GIS-Einsatz*. In: KILCHENMANN, A., SCHWARZ-V. RAUMER, H.-G. (Hrsg. 1999): *GIS in der Stadtentwicklung: Methodik und Fallbeispiele*. Springer Verlag. Berlin/Heidelberg.
- SCHWICK, CH. (2005): *Schöne Lagen werden überbaut – mit oder ohne Autobahn. Auswirkungen von Autobahnzubringern auf die Überbauung von landschaftlich schönen Lagen durch Einfamilienhäuser und Wirksamkeit der Raumplanung*. Vorstudie. Zürich
- STEIGER, M., STÜDELI, R. (1974): *Die Ausnützungsziffer, Überblick - Argumente - Beispiele - Empfehlungen*. Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP. Bern.
- SUMI, CH., BURKHALTER, M. (2002): *Schwamendingen nachverdichten*. Zeitschrift tec21, 4/2002, S. 13ff.
- THOMANN, I. (2001): *Die Zweckänderung als eine Strategie der Raumplanung. Bedeutung und Stellenwert der Zweckänderung in einer städtischen Raumplanung am Beispiel von Basel-Stadt*. Nachdiplomarbeit ETH Zürich. Zürich.
- WÜRMLI, P. et al. (1992): *Möglich - sinnvoll - machbar, Bauliche Verdichtung in verschiedenen Quartieren*. Bericht 9 des Nationalen Forschungsprogramms „Stadt und Verkehr“. Zürich.

Anhang

A) Skalenumrechnung

Ansatz 1a: Soziodemografische Indikatoren

Die gewählten Messgrößen lassen sich aus den Volkszählungsdaten ableiten und können als Hektarrasterdaten vom BFS bezogen werden. Dabei gilt es zu beachten, dass die Daten jeweils auf dem Stand der letzten Volkszählung beruhen, zurzeit also aus dem Jahr 2000 stammen.

a) Sesshaftigkeit

$$\text{Sesshaftigkeitsrate} = \frac{\Sigma \text{ Bevölkerung Wohnsitz 1995 (gleiche Adresse)}}{\Sigma \text{ Bevölkerung Wohnsitz 2000}} = \frac{P00B41}{P00BTOT}$$

b) ÖV-Nutzung

$$\begin{aligned} \text{ÖV-Nutzungsquote} &= \frac{\Sigma \text{ männliche + weibliche Erwerbstätige mit ÖV-Nutzung}}{\Sigma \text{ männliche + weibliche Erwerbstätige}} \\ &= \frac{P00EM54/55/56 + P00EW54/55/56}{P00EMTOT + P00EWTOT} \end{aligned}$$

c) Leerbestand

$$\text{Leerbestandsquote} = \frac{\Sigma \text{ nicht bewohnte Wohnungen}}{\Sigma \text{ Wohnungen}} = \frac{A00WTUTOT}{A00WTOT}$$

d) Mietpreis

$$\text{Mittlerer Mietpreis pro m}^2 = A00WDT902$$

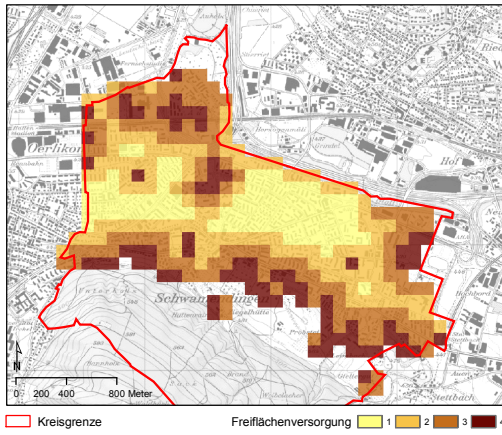
In der Kombination der verschiedenen Einzelwerte sollten sich jene Zellen abzeichnen, welche einen optimalen Wert aufweisen. Eine Überprüfung der Datensätze für die Stadt Zürich hat aber ergeben, dass der Leerbestand nahezu überall gleich Null ist.

B) Einflussfaktoren

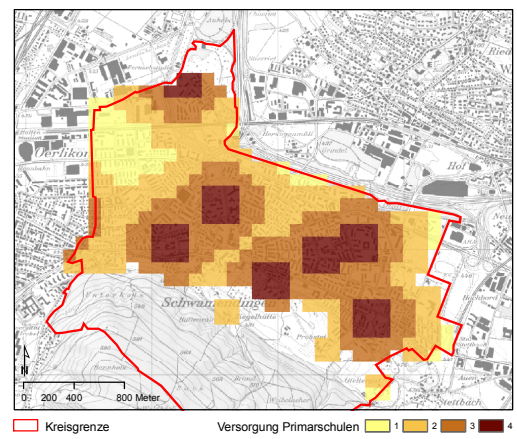
Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bewertung der verschiedenen Einflussfaktoren und deren gewichtete Aggregation grafisch dargestellt. Auf die Darstellung der Topografie wird verzichtet, da das betrachtete Gebiet fast gänzlich flach ist und nur gegen Südsüdwest ansteigt, wobei der steilste Bereich bewaldet ist.

Versorgungsgrad

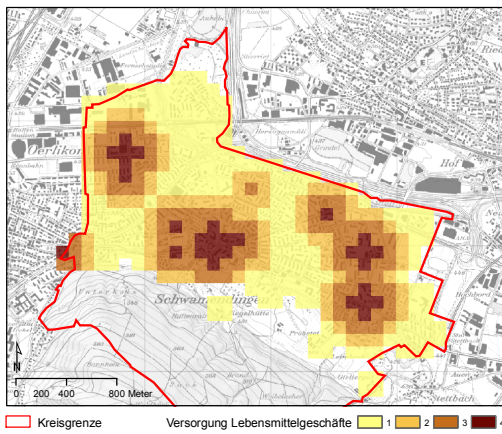
Freiflächen



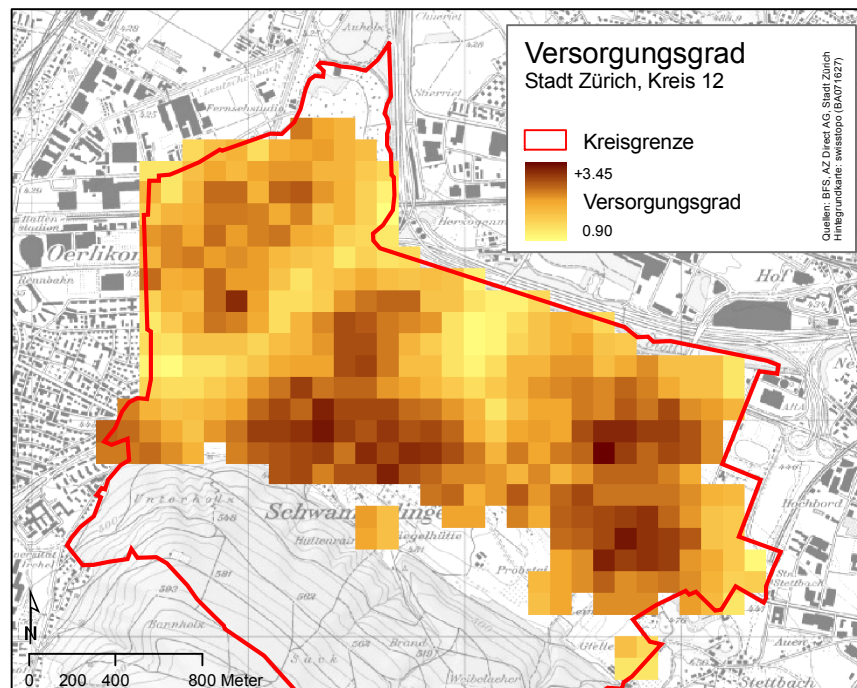
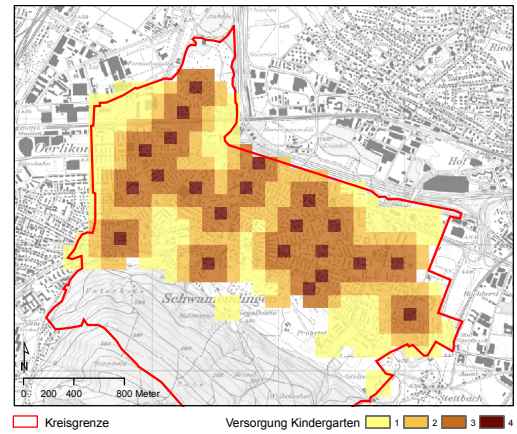
Primarschulen



Einkauf: Lebensmittel

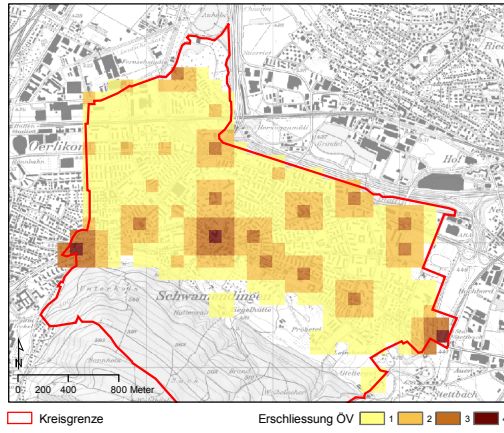


Kindergarten

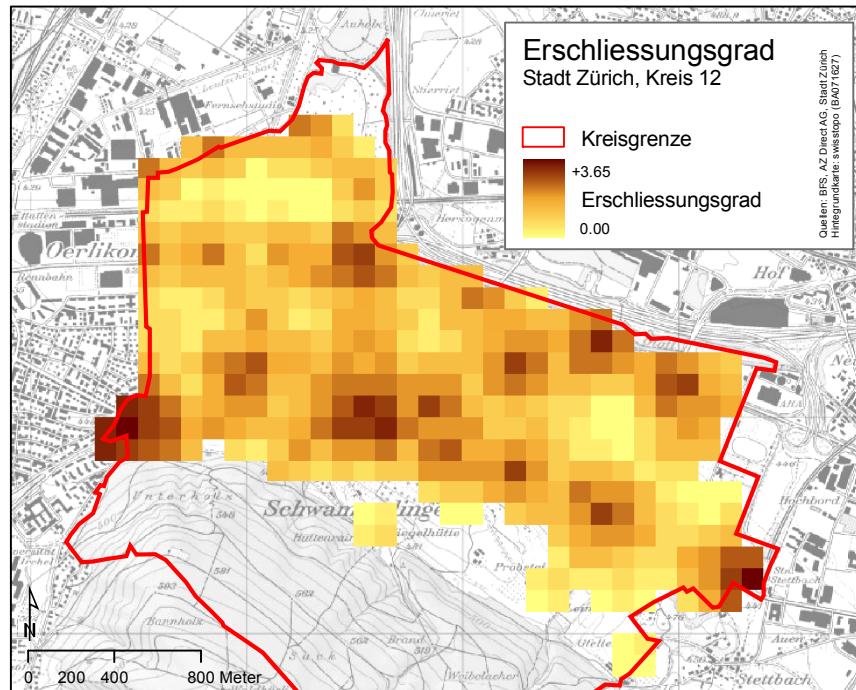
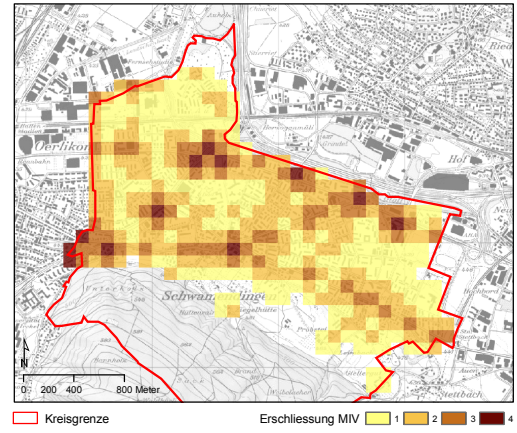


Erschliessungsgrad

ÖV

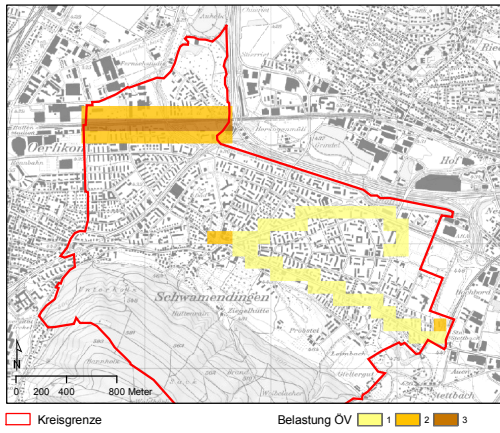


MIV



Belastungsgrad

ÖV



MIV

