

Ein standortgewichteter Durchgrünungsgrad zur Bewertung der Wohnqualität in Salzburg

Stefan LANG und Elisabeth SCHÖPFER

(Mag. Stefan Lang und Mag. Elisabeth Schöpfer, Z_GIS – Zentrum für Geoinformatik, Universität Salzburg,
Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg, stefan.lang@sbg.ac.at, elisabeth.schoepfer@sbg.ac.at)

ABSTRACT

Grünflächen in Städten sind aus ökologischen und klimatischen Gründen von erheblicher Bedeutung und zusätzlich bei den Bewohnern durch die individuelle Wahrnehmung einen großen Stellenwert ein. In der vom Magistrat Salzburg in Auftrag gegebenen und hier vorgestellten Studie wurde eine computergestützte Methode zur Erfassung von Grünflächen in der Stadt Salzburg und darüber hinaus ein standortgewichteter ein Indikator zur Bewertung der Grünqualität entwickelt und für ein erstes Testgebiet berechnet. Die Ergebnisse der ersten Phase des Projekts beziehen sich auf eine Testfläche von 30ha im Süden der Stadt (Umgebung der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg). Der anfängliche aus Luftbildern gewonnene einfache Grüngrad pro Rasterzelle wurde in weiterer Folge durch zwei zusätzliche Faktoren gewichtet, a) die Flächenanteile der Mehrfamilienhäuser und b) die minimalen Gebäudedistanzen. Die Ergebnisse der Vorstudie zeigen, dass eine Kombination dieser Faktoren einem realistischen Grüneindruck aus Sicht der Bewohner näher kommt.

1 HINTERGRUND

Erhalt, Ausbau und Pflege von Grünflächen in Städten ist insbesondere aus stadtökologischen und stadtklimatischen Gründen von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus stellen Grünflächen einen wichtigen Standortfaktor für das individuelle Wohlempfinden und zur Sicherung der Lebensqualität dar und sind auch in ökonomischer Hinsicht von Bedeutung (Grunert, 2001). Die Erfassung von Grünflächen fließt teilweise in die Qualitätsziele und Handlungsziele der lokalen Agenda 21 mit ein, wie das Beispiel des Arbeitsentwurfs für die Berliner Lokale Agenda 21 zeigt. Darin sind Richtwerte für wohnungsnahes Grün (6m²/EW) bzw. siedlungsnahes Grün (7m²/EW) festgeschrieben. Eine Erhöhung des Grüngrads um 10% bis zum Jahre 2002 ist angestrebt, wo diese Richtwerte nicht erreicht werden. Die Handlungsziele der Berliner Lokalen Agenda 21 sehen eine Umwidmung von Bauflächen vor, die wegen veränderter Bevölkerungs- oder Gewerbesituation nicht mehr gebraucht werden. Diese Umwidmung ist auch eine wesentliche partizipative Massnahme zur Einbindung der lokal ansässigen Bewohnerschaft.

Bisherige Studien zur Quantifizierung des städtischen Grüngrads (siehe z.B. Stadtentwicklungskonzept Graz) haben bei der Ermittlung des Grünraums die zugrunde liegenden Grünflächen in relativ groben Maßstabsbereichen mithilfe multispektraler Klassifikation von Fernerkundungsdaten abgeleitet. Vom Zentrum für GeoInformatik der Universität Salzburg (Z_GIS) soll für das Magistrat der Stadt Salzburg eine automatisierte computergestützte Methode entwickelt werden, um den Durchgrünungsgrad in einer kombinierten Herangehensweise auf Basis von höchstauflösenden Fernerkundungsdaten und zu ermitteln. Damit wird dem Bedarf der Stadtplanung an Unterlagen zum Durchgrünungsgrad als wesentlichem Indikator der Wohnstandort-Qualität Rechnung getragen. Das endgültige Set der Grünklassen soll einerseits Klassen beinhalten, die durch spektrale und strukturelle Charakteristika definiert sind und andererseits die Wahrnehmung von Grünflächen von Seiten der Bewohner widerspiegeln. Ein und dieselbe Grünfläche kann je nach Arrangement der umliegenden Häuser unterschiedlich wahrgenommen und bewertet werden. Zum Beispiel wird ein Baum oder eine Grünfläche zwischen einem Einfamilienhaus und einem mehrstöckigem Wohnblock von den Bewohnern des jeweiligen Gebäudekomplexes unterschiedlich bewertet. Durch die jeweiligen Perspektiven und Abstände zur Grünfläche variiert die Wahrnehmung des Grüneindrucks.

Die Gesamtstudie zur Ermittlung des Durchgrünungsgrads in Salzburg erfolgt in einem 2-stufigen Projektverlauf. Die Vorstudie (Phase I), deren Ergebnisse hier vorgestellt werden, basiert auf einzelnen Farb-Orthofotos im Süden der Stadt, wobei vor allem methodische Fragen im Vordergrund stehen. Auf Basis der Vorstudie sollte die Methodik und deren Übertragbarkeit auf das gesamte Stadtgebiet hinsichtlich Genauigkeit, Transparenz, Durchführbarkeit und Aufwand getestet werden. Für die anschließende Hauptstudie (Phase II) wird eine Ausweitung auf das von einer Satellitenszene abgedeckte Stadtgebiet (ca. 13*13km) und eine Anwendung der Methodik auf höchstauflösende Satellitendaten angestrebt.

2 METHODIK

2.1 Datenmaterial und Georeferenzierung

Die Farbornthophotos 4430-482 (Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Salzburg) und 4430-483 (Teile des Stadtteils Nonntal) mit einer Bodenauflösung von 0.1m wurden auf Basis des digitalen Katasters georeferenziert. Das Bild 4430-482 diente als Datengrundlage für die Entwicklung der Methode, 4430-483 wurde zum Testen der Übertragbarkeit der Klassifikation verwendet. Die Orthophotos wurden für die anschließende Bildsegmentierung mit dem digitalen Kataster kombiniert.

2.2 Bildklassifizierung

Der Prozess der semi-automatisierten Klassifikation ist in vier Teilschritte gegliedert: (1) die Erstellung eines (vorläufigen) ‚Kognitionsnetzwerks‘ (vgl. Abb. 1), das als konzeptioneller Rahmen für die folgenden Schritte dient; (2) Segmentierung, (3) Klassendefinition und (4) Klassifikation. Der Schritt der Erstellung des Kognitionsnetzwerks erfolgte über eine empirische Voruntersuchung des Bildmaterials und enthält vor allem deskriptive Klassenbeschreibungen, die auf spektrale Unterschiede beruhen. Bei der Segmentierung der Rohdaten wird ausgehend von Bildpunkten mit Hilfe eines multiskalaren Segmentierungsverfahrens ein hierarchisches Netz von Bildobjekten erzeugt. Die Parametrisierung ist so zu wählen, dass die generierten Bildobjekte möglichst gut mit real existierenden geographischen Gegebenheiten übereinstimmen, wobei entstehende

Bildsegmente nicht a priori mit den Objekten der auf der Erdoberfläche wie Gebäude, Bäume, Wasser sowie sämtliche Bodenbedeckungen gleichzusetzen sind. Die Segmentierung der Orthofotos erfolgte in drei Auflösungsebenen, wobei in der höchsten Ebene homogene Bereiche durch ein verändertes Segmentierungsverfahren noch einmal stärker zusammengefasst wurden. Die Klassifizierung erfolgte auf dem zweiten Segmentierungslevel, um eine Übersegmentierung, aber auch eine zu starke Zusammenfassung von Objekten verschiedener Klassen zu vermeiden.

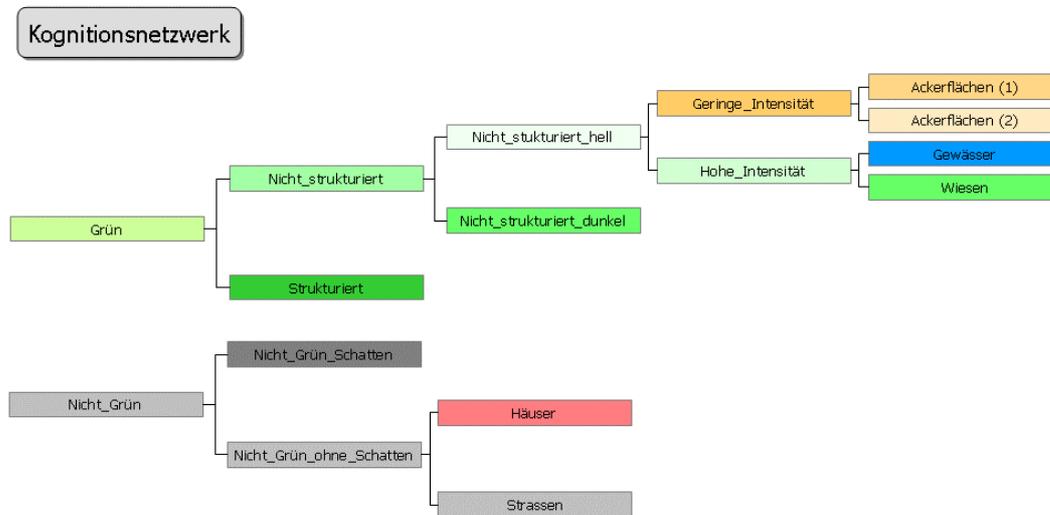


Abb. 1: Kognitionsnetzwerk

Die objekt-basierte Klassifikation des Orthophotos 4430-482 erfolgte in mehreren Schritten:

Basierend auf dem Kognitionsnetzwerk wurde das Luftbild in die zwei generischen Klassen *Grün* und *Nicht Grün* mithilfe der Ratio (Verhältnis) aus grünem Kanal und der Gesamthelligkeit klassifiziert. Alle Bildobjekte, die einen Ratio-Wert größer als 0.36 aufweisen, erhalten für dieses Merkmal einen Fuzzy-Wert von 1 (= volle Zugehörigkeit), während Bildobjekten mit einem Mittelwert von 0.35 der fuzzy-Wert von 0 (= keine Zugehörigkeit) zugewiesen wird. Bildobjekte, die einen Wert in der dazwischen liegenden Wertespanne von 0.35 bis 0.36 besitzen, wird entsprechend dem Funktionsverlauf ein Fuzzy-Wert zwischen 0 und 1 zugewiesen.

Anschließend wurden innerhalb der Klasse *Nicht Grün* die Schattenflächen ausgewiesen. Dies erfolgte über die Information der Helligkeit (Brightness) aller Kanäle. Die entstandenen Klassen *Nicht Grün* und *Nicht Grün Schatten* bieten somit eine zusätzliche Unterscheidung.

Zur weiteren Unterscheidung der Oberklassen *Grün* wurden homogene hellgrüne Flächen (Wiesen), strukturierte Flächen (Sträucher, Bäume) sowie homogene Flächen mit geringer Reflexionsintensität (Ackerflächen) unterschieden.

Im nächsten Schritt wurde eine Untergliederung zwischen strukturierten und weniger strukturierten Flächen vollzogen. Dies diente zur Unterscheidung von Bäumen, Hecken, Sträuchern und flachem Bewuchs wie Wiesen und Feldern. Die Standardabweichung des zweiten Kanals lieferte dabei die besten Trennergebnisse.

Entsprechend der Klasse *Nicht Grün Schatten* wurde eine Klassifizierung der Schattenflächen der Klasse *Nicht Strukturiert* durchgeführt. Wie im ersten Fall diente dazu die Helligkeit der Kanäle, um die Klassen *Nicht Strukturiert hell* und *Nicht Strukturiert dunkel* zu generieren.

Im weiteren Arbeitsverlauf wird laut Klassenhierarchie zwischen Flächen mit geringer und hoher Intensität unterschieden. Der Ratio aus blauem Kanal und der Gesamthelligkeit war in diesem Fall für die Klassentrennung besonders geeignet. Innerhalb der Klasse *Geringe Intensität* werden über den Mittelwert des zweiten Kanals verschiedene Ackerflächen detektiert. In Ergänzung dazu wird für die Klasse *Hohe Intensität* die Standardabweichung des ersten Kanals genutzt, um Wasser mit einer niedrigeren Standardabweichung von Wiesen zu trennen.

Neben der Klassifizierung verschiedener begrünter Flächen wurde im Anschluss die Klasse *Nicht Grün* weiter unterteilt. Dies erfolgt über die Einbeziehung des Katasters in die Klassen *Häuser* und *Strassen*.

Eine statistische Überprüfung der Genauigkeit der Klassifikationsgüte (*accuracy assessment*) ergab insgesamt eine hohe Klassifikationsgüte in den Grünklassen und den versiegelten Flächen (> 80), bestätigte jedoch die Unsicherheit der Zuteilung in den Schattenflächen (< 65%). Dies ist vor allem auf die fehlende Infrarotinformation der Orthofotos zurückzuführen, was eine mögliche Ratiobildung zur Schatteneeliminierung verhindert.

2.3 Standortbezogene Gewichtung der Rasterzellen

Die Ergebnisse der Klassifikation wurden aggregiert und auf ein regelmäßiges Zellraster (Vorstudie: 100*100m) bezogen. Für eine zusätzliche standortbezogene Gewichtung der Grünanteile in den jeweiligen Rasterzellen wurden folgende weitere Faktoren herangezogen:

der Flächenanteil der Mehrfamilienhäuser P_M in einer Rasterzelle;

die durchschnittlichen Distanzen der Gebäude $D_{M1 \rightarrow M2}$ und $D_{E \rightarrow M}$ zueinander.

Der Flächenanteil wurde durch Verschneidung der Rasterzellengrenzen mit den Gebäudegrundflächen aus dem Kataster ermittelt. Aufgrund der Zellgröße von 100×100 m konnte der errechnete Anteil direkt einer Skala von 0 bis 100 zugeteilt werden. Aufgrund der negativen Aussage im Vergleich zum Grünrad (je mehr Verbauung, desto schlechter), wurde dieser Faktor invertiert. Die Berücksichtigung der durchschnittlichen Distanzen der Gebäude zueinander wird der Tatsache gerecht, dass der Grüneindruck wesentlich von der Lage und Nähe benachbarter Gebäude abhängt (vgl. Abb. 2).

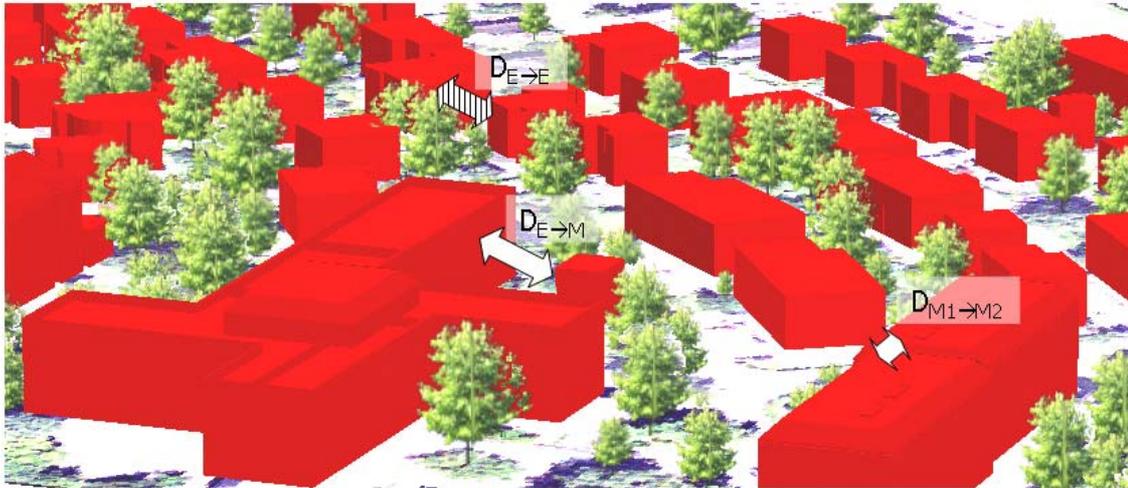


Abb. 2: Gebäudekonstellation, die die Wahrnehmung von Grünflächen beeinträchtigen können

Hierbei sind mehrere Konstellationen denkbar, wobei in der vorliegenden Anwendung nur zwei davon berücksichtigt wurden: die Distanz von einem Mehrfamilienhaus M (mehr als ein Obergeschoß) zu einem anderen Mehrfamilienhaus ($D_{M1 \rightarrow M2}$), und die Distanz von einem Einfamilienhaus E zu einem Mehrfamilienhaus ($D_{E \rightarrow M}$). Die Konstellationen $E \rightarrow E$ bzw. $M \rightarrow E$ soll im Rahmen dieser Studie keine Beeinträchtigung der Wohnqualität darstellen. Die unterschiedlichen Wertebereiche der drei zusätzlichen Faktoren wurden auf eine Skala zwischen 0 und 100 standardisiert. Dabei wurde für die Distanz ein Maximalwert von 200m angenommen, jenseits dessen die Beeinträchtigung vernachlässigt werden kann (Wert 100). Eine qualitative Kategorisierung in vier Güteklassen erfolgte zunächst getrennt. Die Kombination zu einem gewichteten Wert für die Grünqualität wurde anschließend durch Berechnung eines gewichteten Mittels erzielt. In die Berechnung ging bei den Distanzfaktoren der jeweilige Minimumwert $D_{M1 \rightarrow M2} \min D_{E \rightarrow M}$ pro Rasterzelle ein (vgl. Tab. 1).

Wertstufe	Klassengrenzen	Gewichtung
<i>Grünrad</i>		
1	< 0.25	60
2	0.25 – 0.5	
3	0.5 – 0.75	
4	0.75 – 1	
<i>Flächenanteil Mehrfamilienhaus</i>		
1	0.25 – 1	20
2	0.1 – 0.25	
3	0 – 0.1	
<i>Distanzen</i>		
1	0 – 0.1	20
2	0.1 – 0.25	
3	0.25 – 1	
<i>Gewichtete Grünqualität</i>		
1	< 0.25	
2	0.25 – 0.5	
3	0.5 – 0.75	
4	0.75 – 1	

Tab. 1: Qualitative Kategorisierung der standardisierten Faktoren und der gewichteten Grünqualität

3 ERGEBNISSE

Die Verteilung der zwei grundlegenden Oberklassen Grün und Nicht-Grün bezogen auf die 1ha großen Rasterzellen im Bereich des Orthofotos 4330-482 ist in Abbildung 3 dargestellt. Dieses Endergebnis war nur durch eine semantische Kombination der Unterklassen in mehreren Schritten zu erreichen; die Trennbarkeit der Klassen über spektrale Eigenschaften allein ist, wie oben skizziert, nicht möglich.



Abb. 3: Grünanteil auf Basis der Klassifikation innerhalb der 1ha-Rasterzellen

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der beiden Faktoren P_M und $D_{M1 \rightarrow M2} \min D_{E \rightarrow M}$ in den Rasterzellen 1-30 im Bereich des Orthofotos 4330-482. In Abbildung 5 ist die Kategorisierung der gewichteten Grünqualität wiedergegeben.

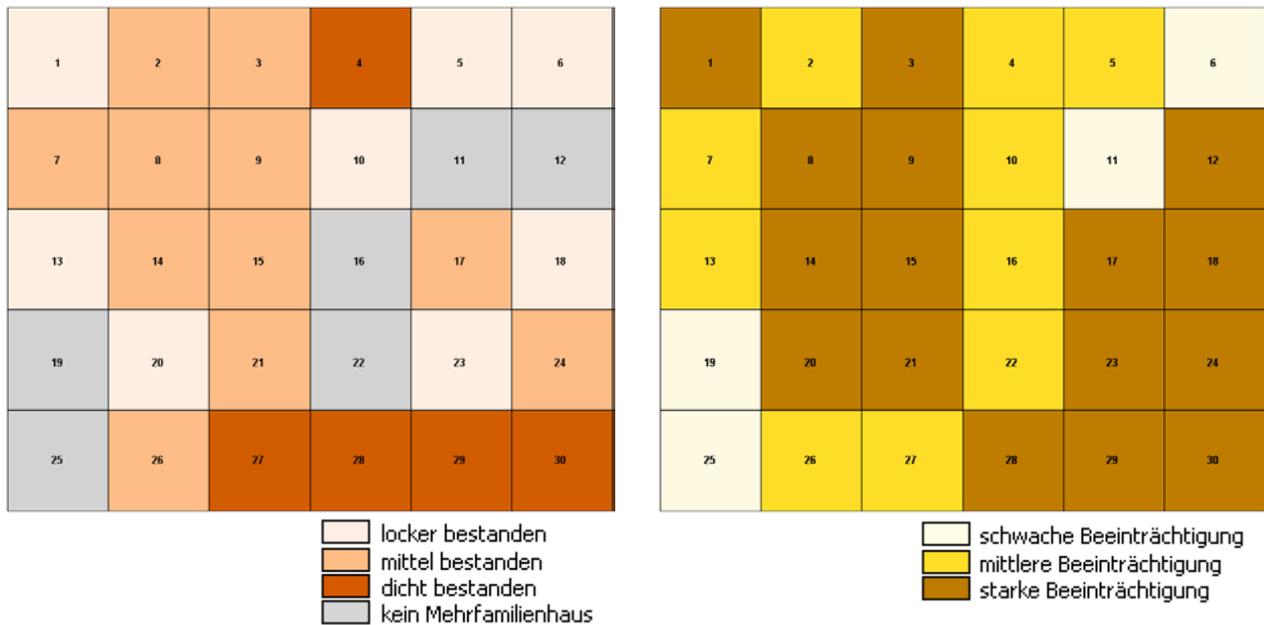


Abb. 4: Die Verteilung der Faktoren P_M und $D_{M1 \rightarrow M2} \min D_{E \rightarrow M}$



Abb. 5: Verteilung und Kategorisierung der gewichteten Grünqualität. (Die unterste Klasse tritt in diesem Fall nicht auf)

4 DISKUSSION

Der Beitrag hat gezeigt, dass durch die Einbeziehung von standortbezogenen Faktoren die Bedeutung von Grünflächen innerhalb einer Stadt nicht nur aus der Vogelperspektive, sondern auch aus dem üblichen Blickwinkel der Bewohner beurteilt und bewertet werden kann. Durch die zusätzliche Gewichtung wird der Durchgrünungsgrad etwas ausgeglichener eingeschätzt, hohe Grüngrade werden durch die Berücksichtigung der zusätzlichen Faktoren etwas relativiert. Die gesamte Qualität einer Rasterzelle (‘Grünqualität’) kann sich im Vergleich zu dem reinen Grüngrad erhöhen, wenn die anderen Faktoren in Relation positiver bewertet sind. Die höchste Kategorie erreichen beispielsweise nur noch drei statt ursprünglich fünf Rasterzellen. Die beiden niedrigen Qualitätsstufen sind etwas schwächer besetzt. Dafür ist jedoch die vornehmlich mit Einfamilienhäusern bestandene Mitte des Untersuchungsgebiets einheitlicher mit der Kategorie hohe Grünqualität abgebildet (vgl. Diagramm in Abbildung 6).

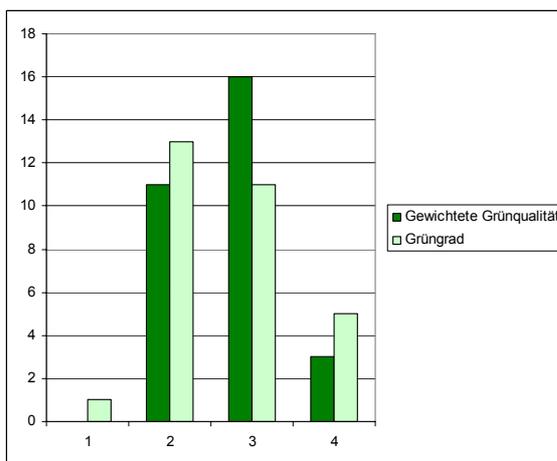


Abb. 6: Vergleichende Darstellung der Anzahl der Rasterzellen in den einzelnen Kategorien (eine Rasterzelle entspricht 1ha)

Die Ausweitung auf ein größeres Gebiet ist aufgrund der zufrieden stellenden Ergebnisse beim Testen der Klassifikationsübertragbarkeit prinzipiell möglich, wenn auch wegen der geringen spektralen Auflösung der Orthofotos die Klassen beschränkt bleiben. Durch das Mosaiken der einzelnen Orthofotos (80-100 Einzelbilder) kann auch die Klassifikationsstabilität beeinträchtigt werden. Für die Hauptstudie (Phase II) ist vorgesehen, höchstauflösende Satellitendaten zu beziehen. Die Auswertung wird nach einem erweiterten Klassifikationsschlüssel von spektralen und semantisch-strukturellen Grünklassen erfolgen. Hierfür ist auch eine begleitende sozialgeographische Studie zur Erfassung der individuellen Durchgrünungswahrnehmung geplant. Diese soll

auf Basis von Fragebögen die Bedeutung von z. B. vertikalen Häuserflächen, Häuserhöhen, durchschnittlichen Baumhöhen und Ausdehnung von Grünflächen erheben. Um dann den individuellen Eindruck in der Berechnung des Durchgrünungsgrads einfließen zu lassen, sind verschiedene fortgeschrittene Ansätze möglich. Diverse Visualisierungstechniken dienen dazu, Informationen über die Gebäudehöhen mit den spektral-semantischen Klassifikationsergebnissen in 3D zu kombinieren. Die räumliche Verteilung der endgültigen Klassen wird letztendlich zur Bestimmung des Durchgrünungsgrad in der Stadt Salzburg herangezogen. Der berechnete Indikator wird einen wesentlichen Teil zur Bewertung der Wohnstandortsqualität beitragen.

5 DANKSAGUNG

Diese Studie wurde im Rahmen eines Projekts zwischen dem Magistrat Salzburg und Zentrum für Geoinformatik und dem Research Studio iSpace durchgeführt. Wir danken Herrn Mag. Josef Reithofer vom Magistrat Salzburg und Herrn Mag. Thomas Prinz von iSpace für ihr Entgegenkommen und die außerordentlich gute Zusammenarbeit.

6 LITERATUR

Grunert, H.: Grün Macht Geld - Macht Geld Grün, Die ökonomische Bedeutung des Stadtgrüns. In: Stadt und Grün 8/2001. Patzer Verlag, S. 539-544, 2001.

3.0 Stadtentwicklungskonzept der Stadt Graz. Online verfügbar: <http://www.graz.at/stek2001/main.htm>

Arbeitsentwurf für die Berliner Lokale Agenda 21, Mit Zukunft gestalten - Zukunft mitgestalten. Online verfügbar: <http://agenda-forum.de/doc/Agendaentwurf21April04.pdf>