



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Klassifikation von Gebäudetypen -

Analyse von Landbedeckungsdaten und
Liegenschaftsgrenzen zur Identifikation von Bauweisen"

Verfasserin

Kristin Jasmin Kalian

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, November 2011

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Studienkennzahl lt. Studienblatt: | A 455 |
| Studienrichtung lt. Studienblatt: | Kartographie und Geoinformation |
| Betreuer: | Univ.-Prof., DI Dr. Wolfgang Kainz |

Danksagung

Eine wissenschaftliche Arbeit entsteht auch durch das Wirken im Hintergrund, wie dem Beistand von Familie, Freunden und Kollegen. An dieser Stelle möchte ich sehr herzlich all jenen danken, die mir beim Erstellen der Diplomarbeit persönlich oder fachlich geholfen und zum Gelingen beigetragen haben.

Ich danke Prof. Dr. Wolfgang Kainz für die offizielle Betreuung und Begutachtung meiner Diplomarbeit seitens der Universität Wien und dass er mir eine flexible Bearbeitung meines Themas gelassen hat.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Klaus Steinnocher vom AIT für den Vorschlag des Diplomarbeitsthemas. Die vielen Diskussionen und Anregungen, sowie die fachliche Unterstützung in den letzten Monaten waren von außerordentlicher Hilfe. Desweiteren möchte ich Mag. Christoph Aubrecht herzlich danken, der mir zahlreiche Ratschläge und Denkanstöße während meiner Zeit im AIT gegeben hat, sowie Mag. Mario Köstl der mich anfangs im Zuge der Datenaufbereitung fachlich unterstützt und geholfen hat. Aber auch allen anderen Kollegen vom AIT möchte ich hiermit meinen Dank aussprechen.

Ich möchte auch allen Studienkollegen danken, die mich während meines Studiums begleitet, motiviert und unterstützt haben. Durch die gute Zusammenarbeit und Kreativität sind aus Studienkollegen gute Freunde geworden.

Zum Schluss möchte ich noch den wichtigsten Menschen in meinem Leben meinen Dank aussprechen. Für Korrekturen und Anregungen zu Satz und Layout bin ich meinem Lebenspartner Gerald sehr dankbar, der mich in jeder Hinsicht im Laufe meines gesamten Studiums unterstützt und sehr viel Verständnis gezeigt hat. Letztlich hätte sich mein Studium nur sehr schwer ohne die Unterstützung meiner Eltern, Manfred und Julia, durchführen lassen. Ihnen gilt besonders mein Dank.

Kurzfassung

Im Bereich der Raumplanung sowie beim städtischen Siedlungsmonitoring sind Fernerkundungsdaten einfach essentiell. Die Lage von verschiedenen Gebäudetypen, bebauten Flächen und die Nachfrage nach derzeit verfügbaren Bauplätzen stellen eine wichtige und integrale Information für die Regionalpolitik dar. Österreich hat eine lange Tradition im Einsatz von Landnutzungsdaten, jedoch sind die verfügbaren Datensätze meist überholt und entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Methode, die es erlaubt, unterschiedliche Bauweisen von Gebäuden zu erkennen. Als Ergebnis sollte für jede bebaute Liegenschaft der Gebäudetyp vorliegen, der über ein Regelsystem auf der Grundlage von Grundfläche, Lage und Höhe festgestellt wurde. Acht Kategorien werden für die Klassifikation ausgewählt: Einfamilienhaus, Doppelhaus, Reihenhäuser, Mehrfamilienhaus, Blockrandbebauung, Industrie- und Gewerbehallen, Hochhäuser und Nebengebäude. Die Methodik beruht auf der Integration der Parameter Lage, Grundriss und Höhe von Gebäuden aus Landbedeckungsdaten sowie den Liegenschaftsgrenzen aus der DKM. Durch die Kombination von Landbedeckungsdaten und Liegenschaftsgrenzen sollte es möglich sein, Bebauungsstrukturen von offener bis geschlossener Bauweise abzuleiten. So kann etwa die Differenzierung von angrenzenden Häusern oder Reihenhäusern nur durch die Integration von Liegenschaftsgrenzen erreicht werden. Zusätzliche Parameter sind Grundriss und die Anzahl der Gebäude je Grundstück, sowie der Grünflächenanteil.

Die Implementierung des Regelsystems erfolgt im GIS, beginnend mit einer Verschneidung von Landbedeckungsdaten und Liegenschaftsgrenzen und wird durch eine räumliche Verschneidung fortgesetzt, um Informationen aus beiden Datensätzen zu erhalten. Die Klassifikation besteht aus drei Iterationsprozessen, die nach jedem Durchlauf erneut angepasst werden. Nach dem dritten Iterationsprozess konnte eine Abdeckung von 97,95% erzielt werden, 2,05% aller Gebäude blieben unklassifiziert. Auf der Basis von 10% aller Gebäude ist eine Genauigkeitsanalyse durchgeführt worden und hat eine Genauigkeit von 88,07% erzielt.

Das Testgebiet erstreckt sich über Teile von Klagenfurt (vor allem Annabichl – Welzenegg – St. Peter), der Hauptstadt von Kärnten. Das Ergebnis der Klassifikation ist ein Modell, welches im ArcGIS 9.2 implementiert und auf den LISA (Land Information System Austria) Daten getestet wurde.

Abstract

For questions in the context of spatial planning, urban settlement monitoring using remote sensing data is essential. The location of various building types, reserved areas, and their future demand in urban settlements are integral information for regional policy. Land cover data represent an important basis for the fulfillment of numerous analyses. Austria has a long tradition regarding the application of land use data, however most of the available data sets do not meet today's requirements and have become outdated.

The objective of this study is to develop a method which permits identification of different building types. Eight categories were chosen for the classification: detached house, semi-detached house, terraced house, apartment building, perimeter block development, large storage building (typical for industry/trade), high-rise building, and adjoining building. The methodology relies on integrating location, surface, and height parameters from the buildings of the land cover data with plot boundaries from the cadaster. The combination of these data enables the derivation of building structures, from open to closed coverage types. The differentiation of semi-detached and terraced houses can only be achieved by the integration of plot boundaries. Additional parameters are footprint and number of buildings in each plot boundary, as well as the green-area ratio. Small building objects of less than 35 m² are eliminated from the data set.

Implementation in GIS starts with an intersection of land cover data with the plot boundaries and proceeds with a spatial join in order to get information from both data sets. The final classification is based on predefined rules referring to a set of selected parameters for each building type. Applying this rule set to the study area results in a total coverage of over 97,95% leaving less than 2,05% of the buildings unclassified. Accuracy assessment is based on a random sample of 10% of all buildings, indicating that 88,07% of the building objects are classified correctly.

The test area covers a part of Klagenfurt, Carinthia, including the quarter Annabichl – Welzenegg – St. Peter. The result of the classification approach is a model, which was implemented in ArcGIS 9.2 and tested on LISA (Land Information System Austria) data.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------------|--|-----------------|
| <u>I</u> | <u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</u> | <u>X</u> |
|-----------------|--|-----------------|

| | | |
|------------------|--|------------------|
| <u>II</u> | <u>TABELLENVERZEICHNIS.....</u> | <u>XI</u> |
|------------------|--|------------------|

| | | |
|-------------------|--|--------------------|
| <u>III</u> | <u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</u> | <u>XIII</u> |
|-------------------|--|--------------------|

| | | |
|------------------|--------------------------------|---------------------|
| <u>1.</u> | <u>EINLEITUNG</u> | <u>- 1 -</u> |
|------------------|--------------------------------|---------------------|

| | | |
|------|-----------------------------|-------|
| 1.1. | HINTERGRUND DER ARBEIT..... | - 1 - |
|------|-----------------------------|-------|

| | | |
|------|-------------------------------------|-------|
| 1.2. | ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG | - 3 - |
|------|-------------------------------------|-------|

| | | |
|------|-------------------------|-------|
| 1.3. | AUFBAU DER ARBEIT | - 4 - |
|------|-------------------------|-------|

| | | |
|------------------|---|---------------------|
| <u>2.</u> | <u>THEORETISCHER HINTERGRUND</u> | <u>- 5 -</u> |
|------------------|---|---------------------|

| | | |
|------|-----------------------|-------|
| 2.1. | STADTMORPHOLOGIE..... | - 6 - |
|------|-----------------------|-------|

| | | |
|--------|--|-------|
| 2.1.1. | Grundriss- und Aufrissgestaltung | - 6 - |
|--------|--|-------|

| | | |
|------|------------------------------------|-------|
| 2.2. | STADT- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR | - 8 - |
|------|------------------------------------|-------|

| | | |
|------|--|-------|
| 2.3. | HISTORISCHE ENTWICKLUNG VON STÄDTEN..... | - 9 - |
|------|--|-------|

| | | |
|------|---------------------------------------|--------|
| 2.4. | FUNKTION UND NUTZEN VON STÄDTEN | - 15 - |
|------|---------------------------------------|--------|

| | | |
|--------|---------------------------|--------|
| 2.4.1. | Besondere Funktionen..... | - 16 - |
|--------|---------------------------|--------|

| | | |
|--------|---|--------|
| 2.4.1. | Exkurs: Flächen- und Gebäudenutzung | - 18 - |
|--------|---|--------|

| | | |
|------|---|--------|
| 2.5. | FLÄCHENVERBRAUCH UND ZERSIEDELUNG | - 19 - |
|------|---|--------|

| | | |
|--------|------------------------------------|--------|
| 2.5.1. | Folgen des Flächenverbrauchs | - 22 - |
|--------|------------------------------------|--------|

| | | |
|--------|---------------------|--------|
| 2.5.2. | Gegenmaßnahmen..... | - 23 - |
|--------|---------------------|--------|

| | | |
|------|--|--------|
| 2.6. | WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND | - 25 - |
|------|--|--------|

| | | |
|------|----------------------------|--------|
| 2.7. | BEGRIFFSBESTIMMUNGEN | - 28 - |
|------|----------------------------|--------|

| | | |
|--------|-------------------------------------|--------|
| 2.7.1. | Landbedeckung vs. Landnutzung | - 28 - |
|--------|-------------------------------------|--------|

| | | |
|--------|---------------|--------|
| 2.7.1. | Parzelle..... | - 29 - |
|--------|---------------|--------|

| | | |
|--------|----------------|--------|
| 2.7.2. | Behausung..... | - 30 - |
|--------|----------------|--------|

| | | |
|----------|----------------|--------|
| 2.7.2.1. | Bauweise | - 31 - |
|----------|----------------|--------|

| | | |
|----------|------------------|--------|
| 2.7.2.2. | Bauklassen | - 34 - |
|----------|------------------|--------|

| | | |
|----------|------------------------|--------|
| 2.7.2.3. | Gebäudetypologie | - 34 - |
|----------|------------------------|--------|

| | | |
|------------------|---|----------------------|
| <u>3.</u> | <u>METHODISCHE ENTWICKLUNG</u> | <u>- 36 -</u> |
| 3.1. | GRUNDKONZEPT | - 36 - |
| 3.2. | ABLEITUNG DER BAUWEISE IN GEBÄUDE TypEN | - 39 - |
| 3.2.1. | Einfamilienhaus (EFH): | - 39 - |
| 3.2.2. | Mehrfamilienhaus (MFH): | - 40 - |
| 3.2.3. | Hochhaus (HH): | - 41 - |
| 3.2.4. | Industrie- und Gewerbehallen (IND): | - 41 - |
| 3.2.5. | Doppelhaus (DH): | - 42 - |
| 3.2.6. | Reihenhaus (RH): | - 43 - |
| 3.2.7. | Blockrandbebauung (BRB): | - 44 - |
| <u>4.</u> | <u>IMPLEMENTIERUNG.....</u> | <u>- 45 -</u> |
| 4.1. | TESTGEBIET | - 45 - |
| 4.2. | DATEN..... | - 48 - |
| 4.2.1. | LISA Landbedeckungsdaten | - 48 - |
| 4.2.1.1. | Von der LISA Konzept- bis zur Implementierungsphase | - 49 - |
| 4.2.2. | Orthofoto..... | - 51 - |
| 4.2.3. | Digitale Katastralmappe..... | - 52 - |
| 4.3. | DATENAUFBEREITUNG | - 53 - |
| 4.4. | ANWENDUNG DES REGELSYSTEMS..... | - 60 - |
| 4.4.1. | Erster Iterationsprozess | - 63 - |
| 4.4.2. | Zweiter Iterationsprozess | - 66 - |
| 4.4.3. | Dritter Iterationsprozess | - 68 - |
| 4.5. | ERGEBNISSE | - 70 - |
| 4.6. | BAUBLOCKSTRUKTUREN..... | - 76 - |
| 4.7. | ALTERNATIVES REGELSYSTEM | - 78 - |
| 4.8. | VALIDIERUNG..... | - 81 - |
| 4.8.1. | Konfusionsmatrix..... | - 84 - |
| 4.8.1.1. | Ergebnisse der Konfusionsmatrix | - 85 - |
| 4.8.1.2. | Der Kappa-Wert..... | - 86 - |
| <u>5.</u> | <u>DISKUSSION</u> | <u>- 88 -</u> |
| <u>6.</u> | <u>ZUSAMMENFASSUNG, CONCLUSIO, AUSBLICK</u> | <u>- 95 -</u> |

IV ANHANG - 99 -

V LITERATUR..... - 109 -

VI LEBENSLAUF - 115 -

I Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|--------|
| Abb. 1 Grundrisstypen städtischer Siedlungen | - 7 - |
| Abb. 2 Modell zur Gliederung der Bodennutzung nach der Intensität der menschlichen Flächeninanspruchnahme | - 20 - |
| Abb. 3 Gebäudetypen nach OS Mastermap | - 26 - |
| Abb. 4 Parzellenformen | - 30 - |
| Abb. 5 Offene Bauweise | - 32 - |
| Abb. 6 Gekuppelte Bauweise | - 32 - |
| Abb. 7 Geschlossene Bauweise | - 33 - |
| Abb. 8 Kombination aus Gebäudehöhe und Gebäudefläche | - 36 - |
| Abb. 9 Übersicht der Parameter | - 37 - |
| Abb. 10 Einfamilienhaus | - 39 - |
| Abb. 11 Mehrfamilienhaus | - 40 - |
| Abb. 12 Hochhaus | - 41 - |
| Abb. 13 Industrie- und Gewerbehallen | - 41 - |
| Abb. 14 Doppelhaus | - 42 - |
| Abb. 15 Reihenhaushaus | - 43 - |
| Abb. 16 Blockrandbebauung | - 44 - |
| Abb. 17 Übersichtskarte: Österreich mit Testgebiet | - 46 - |
| Abb. 18 Stadtgebiet von Klagenfurt mit Bezirken und Testgebiet | - 47 - |
| Abb. 19 Ausgangsdaten | - 48 - |
| Abb. 20 Gesamtkonzept von LISA | - 49 - |
| Abb. 21 LISA Ergebnislayer für Salzburg: Landbedeckung (li.) und Landnutzung (re.) | - 51 - |
| Abb. 22 Aufbau der DKM | - 52 - |
| Abb. 23 Übersicht der Orthofotos | - 54 - |
| Abb. 24 Rohdaten der Grundstücksgrenzen aus der DKM | - 55 - |
| Abb. 25 Verschmelzen der Polygone | - 55 - |
| Abb. 26 Grundlage des Datensatzes | - 56 - |
| Abb. 27 Darstellung der Attributtabelle im ArcGIS | - 57 - |
| Abb. 28 Berechnung potentieller Gebäude | - 57 - |
| Abb. 29 Berechnung Grünflächenanteil | - 58 - |
| Abb. 30 Ausgangsdaten für Klassifikation | - 59 - |

| | |
|---|--------|
| Abb. 31 Differenzierung Gebäudehöhe (Teilausschnitt)..... | - 60 - |
| Abb. 32 Differenzierung Gebäudefläche (Teilausschnitt)..... | - 61 - |
| Abb. 33 Regelprozess am Beispiel eines Doppelhauses | - 65 - |
| Abb. 34 Erster Iterationsprozess | - 72 - |
| Abb. 35 Zweiter Iterationsprozess | - 73 - |
| Abb. 36 Dritter Iterationsprozess | - 75 - |
| Abb. 37 Klassifikation der Liegenschaften nach Gebäudetypen (1. Ansatz) | - 77 - |
| Abb. 38 zufällige Auswahl von 200 Gebäuden für die Genauigkeitsabschätzung..... | - 82 - |
| Abb. 39 Validierungskarte | - 83 - |
| Abb. 40 Säulendiagramm der drei Iterationsprozesse beider Verfahren | - 89 - |
| Abb. 41 Säulendiagramm der Abdeckung beider Verfahren | - 90 - |
| Abb. 42 Klassifikation der Liegenschaften nach Gebäudetypen (2. Ansatz) | - 93 - |
| Abb. 43 Validierungskarte (2. Ansatz) | - 94 - |

II Tabellenverzeichnis

| | |
|--|--------|
| Tab. 1 Bauklasse | - 34 - |
| Tab. 2 Gebäudetypologie | - 35 - |
| Tab. 3 Parameter der Gebäudetypen | - 38 - |
| Tab. 4 Einteilung der Bauweise in Gebäudetypen | - 39 - |
| Tab. 5 Metadaten der Orthofotos | - 53 - |
| Tab. 6 Parameter des ersten Iterationsprozesses | - 63 - |
| Tab. 7 Wertigkeit des Gebäudetyps | - 66 - |
| Tab. 8 Parameter des zweiten Iterationsprozesses | - 66 - |
| Tab. 9 Parameter des dritten Iterationsprozesses | - 68 - |
| Tab. 10 Ergebnisse der Iterationsprozesse | - 70 - |
| Tab. 11 Parameter des ersten Iterationsprozesses (2. Ansatz)..... | - 78 - |
| Tab. 12 Parameter des zweiten Iterationsprozesses (2. Ansatz)..... | - 79 - |
| Tab. 13 Parameter des dritten Iterationsprozesses (2. Ansatz)..... | - 79 - |
| Tab. 14 Konfusionsmatrix | - 84 - |
| Tab. 15 Tabelle zur Bewertung von Kappa-Werten..... | - 87 - |
| Tab. 16 Ergebnisse der drei Iterationsprozesse (2. Ansatz) | - 88 - |
| Tab. 17 Konfusionsmatrix (2. Ansatz)..... | - 90 - |

III Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|--|
| ALS | Airborne Laserscanning |
| ATKIS | Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem |
| BO | Bauordnung |
| BRB | Blockrandbebauung |
| CORINE | Coordination of Information on the Environment |
| DKM | Digitale Katastralmappe |
| DLM | Digitales Landschaftsmodell |
| DH | Doppelhaus |
| EFH | Einfamilienhaus |
| EW | Einwohner |
| FWP | Flächenwidmungsplan |
| GIS | Geographisches Informationssystem |
| HH | Hochhaus |
| IND | Industrie- und Gewerbehallen |
| K-GplG | Kärntner Gemeindeplanungsgesetz |
| LB | Landbedeckung |
| LBID | Landbedeckungsidentität |
| LN | Landnutzung |
| LISA | Land Information System Austria |
| MFH | Mehrfamilienhaus |
| NÖ | Niederösterreich |
| OS | Ordnance Survey (nationale Landesvermessung Großbritanniens) |
| RH | Reihenhaus |
| SEMENTA | SettlementAnalyser |
| SQL | Structured Query Language |
| TIFF | Tagged Image File-Format |

Einrichtungen

| | |
|-------|---|
| ARL | Akademie für Raumforschung und Landesplanung |
| BMBau | Bundesminister(ium) für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau |
| BEV | Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen |
| BMVBS | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung |
| IÖR | Leibnitz-Institut für ökologische Raumentwicklung |

1. Einleitung

1.1. Hintergrund der Arbeit

Die Flächeninanspruchnahme und die damit verbundene Versiegelung des Bodens steigen verstärkt an, trotz geringem Bevölkerungswachstum (vgl. UMWELTBUNDESAMT¹). Die Ursachen dafür liegen im gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel. Vor allem in stadtnahen Gemeinden steigt die Nachfrage nach Wohnraum. Ebenfalls steigend sind auch die Ansprüche an Wohnnutzfläche und Mobilität. Die Folge ist der Bau von zusätzlichen Infrastruktureinrichtungen (vgl. UMWELTBUNDESAMT²). Wie bereits GOETZKE (2011, S.1, zit.n. KATES et. al, 1990; LAMBIN et. al, 2001; MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) in seiner Dissertation erwähnte, nutzt und gestaltet der Mensch seine Umwelt so, um die eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Aufgrund des technologischen Fortschritts verändert er seine Umwelt in einem solch hohen Ausmaß und Geschwindigkeit, wie es zuvor noch nicht möglich war.

Mit Fernerkundungsdaten können Veränderungen auf der Erdoberfläche dargestellt werden. Dank der Fernerkundung ist es seit 40 Jahren möglich, Daten zu sammeln und dadurch das raum-zeitliche Muster von ökologischen Elementen und den Einfluss des Menschen zu analysieren.

In vielerlei Fachbereichen auf Landes- und Bundesebene der öffentlichen Verwaltung besteht ein enormes Forschungsinteresse. Aufgabenbereiche der Raumplanung, Forst- und Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, des Naturgefahrenmanagements, Umwelt- und Naturschutzes benötigen aktuelle und detaillierte GIS Basisdaten, um Veränderungen von Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN) aufzuzeigen (vgl. STEINNOCHER et al. in SCHRENK et al.2011).

Aus Fernerkundungsdaten können im Allgemeinen Informationen zur Siedlungsstruktur gewonnen werden. LB/LN Daten auf Basis von Fernerkundungsdaten stellen daher eine wichtige Grundlage für Analysen im Bereich des Siedlungsmonitoring dar. Dadurch lassen sich Siedlungsstrukturen und Siedlungsflächenwachstum in der Raumplanung erkennen. Je höher die Auflösung der Fernerkundungsdaten ist, desto detaillierter ist der thematische Inhalt und dadurch lassen sich die Gebäude und Siedlungsstrukturen genauer klassifizieren.

¹ Quelle: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/flchen-inanspruch/> [22.08.2011]

² Quelle: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/flchen-inanspruch/ursachen/> [22.08.2011]

Die Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL³) definiert den Begriff Siedlungsstruktur wie folgt: „Die räumliche Struktur ist das Ergebnis des Zusammenwirkens aller für den Zustand eines Raumes wesentlichen Faktoren, also der natürlichen und administrativen Gegebenheiten, Arbeits- und Wohnstätten, Verkehrserschließung und -bedienung sowie Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten. (...) Die Siedlungsstruktur ergibt sich aus dem quantitativen und qualitativen Verteilungsmuster von Wohnungen, Arbeitsstätten und Infrastruktur innerhalb eines bestimmten Gebietes“. Für HECHT⁴ wird der Gebäudebestand als „größter physischer, wirtschaftlicher und kultureller Bestandteil unserer Gesellschaft bezeichnet und bestimmt die menschliche Siedlungsstruktur“.

Der Forschungsbereich „Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung“ unter der Leitung von Dr. Gotthard MEINEL des Leibnitz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) weist eine Vielzahl von Forschungen in diese Richtung auf. Ein Forschungsthema ist beispielsweise die Methode zur automatisierten Erhebung von Informationen aus topographischen Karten, digitalen Geobasisdaten sowie aus Fernerkundungsdaten. Schwerpunkt ist die Erhebung der Siedlungsstruktur, wozu die Detektion und Klassifikation von Einzelgebäuden und Straßenzügen erforderlich ist.

Für kleinräumige Analysen der Siedlungsentwicklung ist eine gebäudebasierte Erkennung, Auswertung und Visualisierung erforderlich. Nur so kann lt. MEINEL et al. (2009, S.1) die städtische Entwicklung über größere Flächen und für einen längeren Zeitraum kontrolliert werden. Trotz dieser großen Bedeutung stehen lt. HECHT⁵ der Planung, Politik und der Wissenschaft nur wenig aktuelle Informationen zum Gebäudebestand und dessen Entwicklung in der Vergangenheit zur Verfügung. Der Bedarf an flächendeckender, digital aufbereiteter, hochauflösender Informationen zum Gebäudebestand ist dadurch gegeben.

Nicht nur die Aktualität der Daten ist wichtig, die Voraussetzung für solche Planungen ist oftmals auch dadurch erschwert, dass siedlungs- und nutzungsstrukturelle Eigenschaften des Siedlungsraumes gar nicht oder nicht in dem erforderlichen Maßstabbereich vorliegen. Häufig erfolgt die Aufnahme planungsrelevanter siedlungsstruktureller Erhebungen noch manuell, was mit einem hohen Kosten- und Zeitaufwand verbunden ist (vgl. MEINEL et al., 2008, S.6).

³ Quelle: <http://commin.org/en/bsr-glossaries/national-glossaries/germany/raumstruktur-und-siedlungsstruktur.html> [Stand: 18.08.2011]

⁴ Quelle: <http://www.ioer.de/forschung/monitoring-der-siedlungs-und-freiraumentwicklung/fb-m-thema-1/automatische-klassifikation/> [Stand: 18.08.2011]

⁵ ebd.

Die effizientere Möglichkeit siedlungsstrukturelle Basisdaten zu erzeugen liegt nach MEINEL et al. (ebd.) in der Typisierung des Siedlungsraumes nach Strukturtypen. Daran gekoppelt ist die Ableitung von Kennwerten wie bauliche Dichte, Versiegelungsgrad, Einwohnerdichte, etc. Somit wird jede bebaute Flächeneinheit einer Typologie zugeordnet. Denn Einfamilienhäuser, Wohngebiete mit geschlossener Blockrandbebauung oder Hochhausgebiete unterscheiden sich in ihrer baulichen Dichte oder Flächennutzungsstruktur.

1.2. Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist eine geeignete bzw. GIS-gestützte Methode zu entwickeln, die es erlaubt unterschiedliche Bauweisen von Gebäuden automatisiert zu erkennen. Die Bauweise der Gebäude lässt sich von einer offenen über gekuppelten bis hin zu einer geschlossenen Bauweise einteilen. Als Ergebnis sollte für jede bebaute Liegenschaft ein Gebäudetyp vorliegen, der über ein Regelsystem auf Grundlage der Parameter Grundfläche, Lage und Höhe der Gebäude festgestellt wurde.

Aus dieser Zielsetzung leitet sich die zentrale Fragestellung ab:

Kann man mit Landbedeckungsdaten mittels Integration von Liegenschaftsgrenzen aus der digitalen Katastralmappe unterschiedliche Bauweisen klassifizieren?

Landbedeckungsdaten beinhalten die Parameter Höhe und Fläche von Gebäuden. Die Liegenschaftsgrenzen des Katasters geben einen Hinweis auf die Lage des Gebäudes, welches sich auf dem Grundstück befindet. Desweiteren sind durch die digitale Katastralmappe (DKM) auch die Grundstücksgrößen ersichtlich. Durch eine Kombination beider Datensätze steigt der Informationsgehalt pro Gebäude, woraus es möglich sein sollte, Bebauungsstrukturen abzuleiten. So kann eine Differenzierung von angrenzenden Häusern (wie Reihenhaus oder Doppelhaus) nur durch die Integration von Liegenschaftsgrenzen erreicht werden, da hierbei die Lage am Grundstück erkennbar wird. Das Teilen einer gemeinsamen Grundstücksgrenze, ist ein wichtiges Indiz in Hinblick auf die Ableitung von Gebäudetypen. Mit Hilfe eines Regelsystems können letztlich alle Gebäude in Gebäudetypen eingeteilt werden.

Aus diesen lassen sich vor allem im urbanen Bereich Bebauungsstrukturen und Siedlungsräume ableiten, die für weitere Analysen in Richtung nachhaltigere Entwicklung der Siedlungsstruktur und Infrastruktur verwendet werden können. Anhand der Klassifikation ist es möglich, Flächeninanspruchnahme und Baulandreserven zusätzlich bestimmen zu lassen.

1.3. Aufbau der Arbeit

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit gliedert sich in drei Abschnitte. Nach dem kurzen einleitenden Kapitel, folgen im zweiten Teil die theoretischen Inhalte der Arbeit. Der Fokus liegt hier vor allem bei städtischen Strukturen, und wie sich eine Stadt historisch aufbaut, sowie welche Formen und Grundrisse heute in Städten zu finden sind. Dieses Kapitel widmet sich der Entwicklung der Stadt über deren Funktionen bis hin zu dem Flächenverbrauch der Landnutzung. Ein weiterer Abschnitt befasst sich mit den Folgen des Flächenverbrauchs bis zur Zersiedelung von Städten und welche Gegenmaßnahmen getroffen werden können. In weiterer Folge wird der aktuelle wissenschaftliche und technische Stand aufgezeigt. Abschließend werden einige Begriffsbestimmungen zur Thematik erklärt.

Das dritte Kapitel bezieht sich auf den methodischen Teil der Arbeit und beschreibt das Konzept eines Regelsystems für die Klassifikation von Gebäudetypen und wie dieses aufgebaut ist. Nach einer Einteilung der einzelnen Parameter erfolgt die Ableitung der Bauweise in die acht verschiedenen Gebäudetypen. Im Anschluss folgt die Erklärung und grafische Darstellung jedes Gebäudetyps.

Das nachfolgende vierte Kapitel widmet sich der Implementierung des Regelsystems in einem GIS. Zunächst wird das Testgebiet mit den Ausgangsdaten beschrieben. Der nächste größere Bereich befasst sich mit den Rohdaten und erklärt die Prozesse der Datenaufbereitung. Anschließend folgen die Definitionen der Parameterwerte für eine Einteilung in die einzelnen Klassen. Die Klassifikation, ein schrittweises Verfahren, ist in drei Iterationsprozessen aufgebaut und führt systematisch zu einer Einteilung in die Gebäudetypen. Von Iteration zu Iteration werden die Parameterwerte geändert, um eine hohe Abdeckung von Gebäuden zu erzielen. Ein alternatives Regelsystem mit einem zweiten Ansatz, welches die Genauigkeit der Klassifikation erhöht und gleichzeitig die Abdeckung reduziert, wird nachfolgend erläutert. Abschließend werden die Ergebnisse einer Genauigkeitsabschätzung unterzogen und validiert. In diesem Kontext wird eine Konfusionsmatrix erstellt und es erfolgt die Ableitung des Kappa-Wertes. Dieser Wert, der eine Aussage über die Qualität des Ergebnisses zulässt, bildet den Abschluss des vierten Kapitels.

Im vorletzten, dem fünften Kapitel, findet die Diskussion der Ergebnisse statt. Dabei werden die zwei Ansätze miteinander verglichen. Eine Strukturenkarte des zweiten Ansatzes gibt Auskunft über die derzeitige Siedlungsstruktur in Klagenfurt.

Der Schlussteil, bestehend aus Zusammenfassung, Conclusio und Ausblick, rundet die wissenschaftliche Arbeit zum Thema „Klassifikation von Gebäudetypen“ ab.

2. Theoretischer Hintergrund

Dieses Kapitel widmet sich den theoretischen Grundlagen. Es beginnt mit dem Thema Stadtmorphologie, welches sich auf die Form der Siedlung und Stadt, sowie auf die Gebäude und Blöcke bezieht. Weitere Begriffe wie Siedlungsstrukturen und Grundrisse einer Stadt werden hierbei erläutert.

Kapitel 2.3 beschreibt die historische Entwicklung von Städten, beginnend mit der griechischen Antike bis zur Reformbewegung. Augenmerk liegt auf dem Strukturwandel der letzten Jahrhunderte sowie der Funktion von Städten. Der Begriff Funktion und Nutzung (Kapitel 2.4) ist im Bezug auf Städte sehr wichtig, da sich gewisse Bebauungsstrukturen ableiten lassen. Weiterführend können anhand dessen charakteristische Formen abgeleitet werden, die sich wiederum in Siedlungstypen gliedern lassen.

Der nächste Abschnitt (Kapitel 2.5) widmet sich dem Flächenverbrauch sowie dem Ausmaß, welches das Wachstum von Städten angenommen hat. Dabei werden die Folgen des Flächenverbrauchs aufgezeigt, das Problem der Zersiedelung beschrieben und welche Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Der theoretische Teil befasst sich auch mit dem aktuellen Stand der Forschung (state-of-the-art) im Abschnitt 2.6, und zeigt auf, welche vergleichbaren Methoden und Ansätze zu diesem Forschungsbereich bereits zu zählen sind.

Den theoretischen Teil runden die Begriffsbestimmungen in Kapitel 2.7 ab. Begriffe wie Parzelle, Behausung, Bauweisen und Bauklassen und Gebäudetypologie werden hier behandelt.

Zusammenfassend sei zu erwähnen, dass all diese Schlagwörter den Begriff Siedlungsgeographie kennzeichnen. Sie „erfasst, beschreibt und erklärt den Siedlungsraum im Ganzen und in seinen Teilen, den menschlichen Siedlungen, nach der Lage, dem Baumaterial, den Haus- und Siedlungsformen, der Siedlungsstruktur, den Kräften und Funktionen, die diesen Formen und Strukturen innewohnen beziehungsweise diese herbeiführen, sowie der zeitlichen Entwicklung, die zu den gegenwärtigen Formen und Strukturen geführt hat“ (BORS DORF und BENDER, 2010, S.30).

2.1. Stadtmorphologie

Nach CURDES (1997, S.VII) sind mit dem Begriff Stadtmorphologie Bauten, Anlagen und Freiräume gemeint, im Sinne von einem baulich-räumlichen Gefüge. Er schreibt, dass im Zentrum der Stadt die Morphologie steht. Einige Kapitel später prägt er den Begriff Stadtmorphologie als zwei und dreidimensionale Gestalt der baulich-physischen Struktur einer Stadt. Die Morphologie der Stadt bildet sich aus den Formen der Netze, den Formen der Blöcke und Gebäuden, sowie aus weiteren Elementen wie Bahnlinien, Flüsse, Kanäle, Sondergebäude, innerstädtische Freiflächen und Gebiete mit Sonderstrukturen wie beispielweise Industriegebiete. Das Stadtbild, welches nur die öffentlich sichtbaren Teile der Stadt umfasst, unterscheidet sich vom Begriff Stadtmorphologie. Dieser schließt hingegen die gesamte Bau- und Freiraumstruktur mit ein (vgl. ebd., S.63).

Stadtmorphologie oder Stadtgestaltforschung genannt, fällt auch unter den Begriff morphogenetische (=gestaltbildende) Stadtgeographie. Als Forschungsgegenstand ist die Analyse der Grundriss- und Aufrissgestaltung der Städte sowie die Genese der Formelemente zu betrachten (vgl. HEINEBERG, 2006, S.16).

Unter Morphologie bezeichnet CURDES (1997, S.63) ganz allgemein die Gestalt- und Formenlehre wie folgt: „Im Begriff „Morphologie“ eingeschlossen ist der spezifische Zusammenhang der Elemente. Sie bilden die Struktur und die dieser zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten und ihre Logik. (...) Diese Logik interessiert hier aber nicht nur im Sinne einer archäologisch – stadtgeschichtlichen Forschung, die danach fragt, wie es genau zu einer bestimmten Form und Struktur kam, sondern hier geht es um die Eigenschaften (Qualitäten, Mängel, Stabilität, Homogenität, Heterogenität, Elastizitäten usw.), die ein Strukturgefüge hat.“

2.1.1. Grundriss- und Aufrissgestaltung

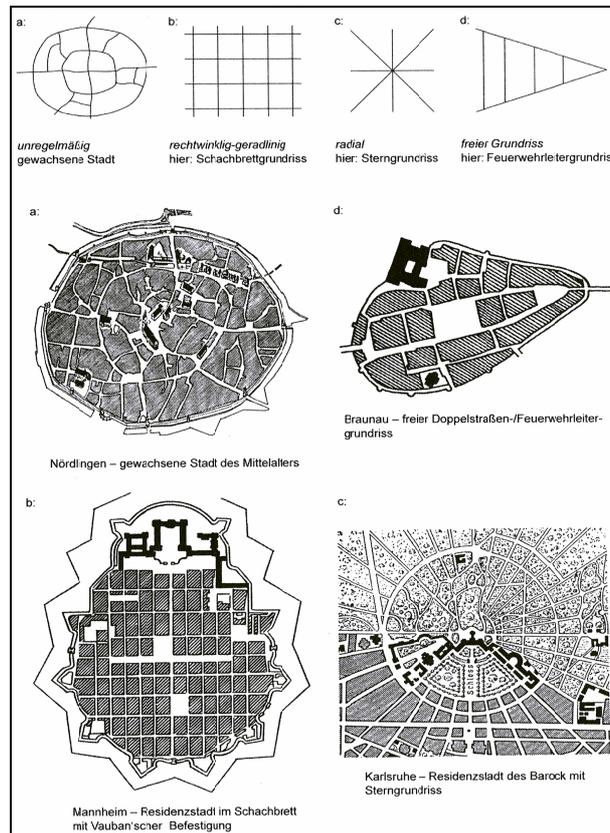
Die genetische Betrachtung von Grundrissen in städtischen Gebieten lässt sich in unterschiedliche Elemente der einzelnen Epochen aufzeigen. Diese kulturell bestimmten Formen beschränken sich zunächst einmal auf den Stadtkern, der in den meisten Städten mit einer Stadtmauer umgeben ist (vgl. SCHWARZ, 1989b, S.880).

In Städten lassen sich teils geregelte und teils unregelmäßige Grundrisse finden. Nach BORSCH und BENDER (2010, S.84) kann man vier Ordnungsprinzipien von Stadtplänen unterscheiden:

- a) der unregelmäßige Grundriss,
- b) der rechtwinklig-gradlinige Grundriss (Schachbrett-, Rechteck-, Mühlbrett-, Diagonal-, Rippen- oder Kreuzrippengrundriss),

- c) der radiale und radial-konzentrische Grundriss (Fächer-, Stern- oder Ringgrundriss),
- d) der freie, aber dennoch regelhafte Grundriss (Sackgassen-, Feuerwehrleiter- oder Lanzettgrundriss).

Abb. 1 Grundrisstypen städtischer Siedlungen



Quelle: BORS DORF und BENDER, 2010, S.85

Historische Straßennetze und Parzellenstrukturen lassen sich mit Hilfe des Urkatasters und anderen originalen Plänen sehr gut analysieren (vgl. HEINEBERG, 2006, S.144).

Wie bei der Grundrissgestaltung lassen sich verschiedene Einzelmerkmale mit historischen Ausprägungen auch für die Aufrissgestaltung unterscheiden. Die zwei wichtigsten Aufrisselemente sind die Geschossanzahl und die Gebäudehöhe. Aufgrund der differenzierbaren Raumhöhen können trotz gleicher Geschossanzahl zwischen den einzelnen Gebäuden enorme Höhendifferenzen vorliegen. Die Gebäudehöhe lässt sich entweder mittels Stereo-Luftbildmessung oder wie es heute üblich ist mittels ALS (Airborne Laserscanning) bestimmen (vgl. ebd., S.145). Die Kombination von Aufriss und Grundriss ergibt erst die Physiognomie der Stadt (vgl. NIEMEIER, 1977, S.42), also das äußere Erscheinungsbild, worin wichtige Parameter für eine Klassifikation von Gebäudetypen enthalten sind.

2.2. Stadt- und Siedlungsstruktur

Der Begriff „Struktur“ im Allgemeinen entsteht durch Wiederholungen von Grundformen und ist aufgebaut aus sich wiederholenden Elementen, beispielsweise die Textur/Struktur (=Morphologie) einer Stadt durch Addition ihrer Teile wie Blöcke und Stadtteile (vgl. CURDES, 1997, S.17).

Städte sind baulich, sozial und funktionell heterogen, da sie im Inneren hochgradig differenziert sind. Bestimmte Siedlungselemente und Strukturen sind in vielen Städten wiederzufinden und lassen sich daher verallgemeinern (vgl. FASSMANN, 2004, S.124). Heterogene Texturen bzw. Strukturen werden als solche bezeichnet, wenn sowohl die textur- bzw. strukturbildenden Elemente als auch ihre Zwischenräume mehr Unterschiede als Gemeinsamkeiten aufweisen und keine dominanten Regelmäßigkeiten erkennen lassen. Im Gegensatz dazu zählt man zu den homogenen Strukturen, wenn die Siedlungselemente, die die Struktur bilden sowie die Abstände und Geometrien der räumlichen Zuordnung der Elemente gleich oder ähnlich sind. Dabei kommt es nicht auf die exakte Regelmäßigkeit an, sondern es ist ausschließlich die Wiederholung ähnlicher Grundmuster gemeint (vgl. CURDES, 1997, S.17).

Die Stadtstruktur nach CURDES (1997, S.23-28) kennzeichnet sich durch stabile und dynamische Elemente. Bereits die Grundformen wie Band, Stern, Kreis, Netz, usw. legen wesentliche Eigenschaften fest. Beispielsweise entstanden bandförmige Städte entlang einer Straße oder eines Flusses und charakterisieren somit die Urform der Ansiedlung. Daher lassen sich je nach Form bessere oder schlechtere Rückschlüsse auf die Grundmuster von Siedlungen und Siedlungsentstehung der jeweiligen Epoche ziehen. Die äußere Form von Städten ist das Produkt von Entwicklungsprozessen im Laufe der Jahrzehnte und entwickelte sich zu Mischformen. Das Straßennetz und dessen Geometrie stellen jedoch das langlebigste Element der Stadtstruktur dar.

Im Vergleich dazu versteht NIEMEIER (1977, S.117) unter dem Begriff „Siedlungsstruktur“: „Struktur bedeutet hier das sozialökonomische Gefüge im Ganzen, vor allem aber auch die räumliche Verteilung und Anordnung der wirtschaftlichen und sozialen Funktionsgebiete wie Fabriken, Geschäftsviertel oder –straßen, Verwaltungsgebäude, Wohnviertel verschiedener Bauhöhen, Baustile und Bauausstattung sowie die sozialräumliche Gliederung in Wohnquartiere verschiedener sozialer Schichten oder Gruppen“. Diese Definition des Begriffes Siedlungsstruktur lässt sich wie bereits in der Einleitung (Kapitel 1.1) von der ARL vergleichen.

2.3. Historische Entwicklung von Städten

In der Einleitung des Städtelehrbuchs von Gerhard CURDES (1997, S.VII) steht: „Jeder Bebauungsplan, jedes neue Gebäude, jede neue Straße ist aber ein Baustein der Stadtstruktur. So entsteht in vielen kleinen Schritten additiv „die Stadt“.“ Grundsätzlich gelange man von innen nach außen in immer jüngere Wohngebiete (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.43). Aufgrund dieser Aussage folgt daher ein Exkurs in die Geschichte von mitteleuropäischen Siedlungsformen und deren Veränderungen. Durch die Entwicklung des menschlichen Zusammenlebens resultierten im Laufe der Geschichte unterschiedliche Siedlungsformen. Grundriss, Lage und der Aufbau von Siedlungen und Städten deuten viel auf gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedingungen hin (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.15).

Zu den vielfältigen Erben der antiken Stadtkultur wird nach LICHTENBERGER (2002, S.11) gezählt:

- das Rasterschema des Grundrisses und die Monumentalität öffentlicher Bauten,
- das Prinzip einer optimalen Stadtgröße der griechischen Polis,
- das Prinzip der Raumordnung von Städten- und Verkehrsnetzen und eine
- erstaunliche technische Infrastruktur aus dem Römischen Reich.

Nach LICHTENBERGER (2002, S.11) entstand die europäische Stadt aus der Abfolge von vier politischen Systemen. Daraus haben sich spezifische Stadttypen mit bestimmten Stadtmittekonzepten entwickelt:

- die mittelalterliche Bürgerstadt des Territorialstaats mit der sozialen Mitte des Markts,
- die Residenzstadt des Absolutismus mit der Mitte des Herrscherpalasts,
- die Industriestadt des Liberalismus mit dem sozialen Krater der Stadtmitte und
- die „Neue Stadt“ des sozialen Wohlfahrtsstaats, deren Mitte sozial neutral ist.

Die griechische Antike und das Römische Reich

Zwei wesentliche Elemente der Stadt, nämlich die Monumentalität von öffentlichen Bauten und die Geometrie des Rastergrundrisses gehen auf die Antike zurück (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.12).

Die Städte des römischen Reiches (3. Jhdt. v. Chr.) aber auch in Griechenland im Hellenismus konnten bereits Regelmäßigkeiten in Form von Blockstrukturen aufzeigen (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.11-20). Grund dafür ist der Ursprung der römischen Städte, welcher in der antiken griechischen Stadt liegt (polis) (vgl. HEINEBERG, 2006, S.201). Dieser regelmäßige Rastergrundriss der griechischen Stadt ist mit dem Namen des Hippodamos aus Milet im 5. Jhdt. v. Chr. verbunden. Um den

symbolischen Autonomieanspruch einer Stadt zum Ausdruck zu bringen, waren alle Städte ummauert. Die Mauerbegrenzung der Polis erfolgte, anders als bei europäischen Städten, nicht direkt an den Baublock der Häuser, sondern wurde meist an das Gelände angepasst und mit einem Abstand zu diesem errichtet. Diese fehlenden regelmäßigen geometrischen Begrenzungen sind der entscheidende Unterschied von der Polis zu den Städten des Römischen Reiches (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.15f). Die Römer teilten die rechteckigen Stadtflächen durch eine Nord-Süd-Achse und eine Ost-West-Achse in Quartiere ein. Auffallend war auch die axiale Annäherung auf ein Gebäude, im Sinne von dem Hinführen zur Machtstruktur und zum Sitz der Macht (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.11-20). Ein rechteckiger Platz (Forum) der überwiegend am Schnittpunkt der Hauptstraßen lag, bildete den Mittelpunkt von römischen Städten (vgl. HEINEBERG, 2006, S.202f).

Die Unterschiede zwischen der klassischen griechischen und der römischen Stadt sind fundamental. Die markante hierarchische Ordnung des Raums, die Kennzeichnung einer römischen Stadt, findet sich nirgends in der griechischen Stadt. Genauso wenig wie die Gliederung nach Nachbarschaften und sozialen Klassen. Jedoch sind Theater, Sport- und Bildungsstätten in den griechischen Städten in den öffentlichen Raum integriert, während römische Städte anfangs keine vergleichbaren Bauten aufweisen konnten (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.17). Die römische Epoche war bedeutend für die Entwicklung des mitteleuropäischen Städtesystems im Westen und Süden Europas und hat in anderen Ländern wie England und Frankreich nachhaltig die heutige Stadtverteilung geprägt (vgl. HEINEBERG, 2006, S.203).

Zwei wichtige Grundformen des Wohnbaus gehen auf das Römische Reich zurück. Zum einen ist es das Hofhaus, welches ursprünglich ein Eigenhaus war und im Zuge des Stadtwachstums vom Wohnhof zum Mietshaus aufgestockt und umgewandelt wurde und zum anderen die außerhalb der Stadt gelegenen Villen (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.20f).

Mittelalter

Das Ende des Römischen Reiches war auch das Ende der städtischen Modelle (vgl. FASSMANN, 2004, S.73). Nach der Völkerwanderung kam es überall in Europa zu einer wesentlichen Verkleinerung der Städte, die Stadtgrößen sind nicht mit denen der antiken Welt zu vergleichen. Höhepunkt der mittelalterlichen Bürgerstadt lag im 13. und 14. Jhdt., ihre Merkmale sind bis heute noch sichtbar (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.23). Drei Elemente sind von zentraler Bedeutung:

- die religiösen Einrichtungen
- die politischen Institutionen sowie
- Handwerk und Handel.

Bauliche Symbole prägten das äußere Erscheinungsbild, die Kirche war nicht nur Mittelpunkt des sozialen und gesellschaftlichen Lebens, sie war auch der räumliche Mittelpunkt einer Stadt. Der typische baulich-räumliche Ausdruck der Gewaltentrennung charakterisierte sich durch Rathaus und Markt, die Stadtpfarrkirche, Klöster und Burg (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.25).

Renaissance und Barock – Residenzstadt des Absolutismus

Die Wissenschaft und Kunst erleben in der ersten Hälfte des 16. Jhdt. eine Blüte (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.28). Ein neues Konzept der absolutistischen Fürstenstadt ist nach Albrecht DÜRER (1471–1528) aufgekommen. Anlehnend auf das neue System des Absolutismus gibt DÜRER „dem Schloss eine klare zentrale Position in der Mitte der Stadt“ (LICHTENBERGER, 2002, S.30). Die europäischen Herrschaftshäuser beginnen „landwirtschaftlich ungenützte Räume zu erschließen, Kommerzialstraßen zu bauen, neue Städte zu errichten und die gewachsenen Städte ihren Vorstellungen gemäß zu verändern“ (FASSMANN, 2004, S.77). Aus den Erkenntnissen antiker Vorbilder entstanden geometrisch exakte und mathematisch orientierte Stadtpläne. Das Stadtbild wird geprägt durch geordnete Bezirke und den Stadtmittelpunkt kennzeichnet ein freier Platz (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.28).

Die Bürgerstadt des Mittelalters wird im Grunde genommen beibehalten, aber ebenso wie der Markt in den äußeren Ring verschoben. Der Aufbruch der Renaissance und des Barocks brachten im Städtebau neue Grundrissformen mit sich. Die Residenzstädte dieser Zeit unterschieden sich von den antiken Städten hauptsächlich durch vieleckige oder strahlenförmige Grundrisse, die immer auf einen Platz, Schloss oder ein Tor ausgerichtet waren. Das gesamte Wohngebiet hingegen, hatte eine Ausrichtung gegen das Zentrum. Der Baublock wurde als formales städtebauliches Element verwendet und weiträumige Parkanlagen dienten als ergänzende Elemente architektonischer Gestaltung. Dies hatte zur Folge dass sich neue Sozialgruppen in den Residenzstädten bildeten: Adelige, Beamte und Offiziere. Diesem Lebensstil entsprechend entstanden neue Wohnbautypen wie der Adelspalast und das Beamtenwohnhaus. Folglich ist das Bürgertum aus der Stadt in den Vorstadtraum verdrängt worden wo es zu einer Segregation nach Herkunft, Stand und Vermögen kam (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.30-33).

Die ideale Stadt im Barock war nach FASSMANN (2004, S.78) durch die folgenden neu eingebrachten Elemente gekennzeichnet:

- Paläste und Schlösser sind Ausgangspunkt der städtebaulichen Entwicklung für eine Gesamtstadt oder für Stadtteile.
- Sichtachsen und breite Straßenzüge werden auf die Repräsentationsbauten ausgerichtet.

- Gartenanlagen beim Schloss oder in der Stadt dienen als unterstützende Repräsentation.
- Fassaden werden repräsentativ ausgestattet und im Rahmen von Bauvorschriften normiert.
- Die funktionale Differenzierung der Gesellschaft und des politischen Systems bringt neue Bautypen in die Stadt (beispielsweise Verwaltungsgebäude, Gerichtsgebäude, Kasernen, Stalungen, Exerzierplätze, Mietshäuser).

Die massiven städtebaulichen und wirtschaftlichen Veränderungen hatten zur Folge, dass innerhalb der barocken Stadt, besonders innerhalb der wachsenden Großstädte, neben den sozialen Gegensätzen auch die sozialräumlichen Differenzierungen zunahmen (vgl. FASSMANN, 2004, S.80). „Auf der einen Seite fand sich die monumentale Schönheit der barocken Paläste und auf der anderen Seite die Tristesse der Lebensbedingungen der Arbeiter der großen Manufakturen in den Vorstädten. In der barocken Stadt waren bereits jene sozialen Gegensätze sichtbar, die zu Revolutionen und zu neuen politischen Bewegungen führten“ (ebd., S.80).

Das Industriezeitalter

Das Industriezeitalter⁶ setzte am Festland von Europa Mitte des 19. Jhd. ein, dauerte bis Anfang des 20. Jhd. und hat das Städtewachstum wohl am nachhaltigsten beeinflusst (vgl. HEINEBERG, 2006, S.217). Der Kapitalismus brachte die Mobilisierung von Arbeitskräften, Boden und Kapital und dementsprechend wuchsen viele städtische Siedlungen explosionsartig an. Vor allem in englischen Industrie- und Großstädten kristallisierte sich ein recht breiter Fabrikgürtel um die Altstadt heraus und die veraltete innere Industriezone brach folglich durch Schnellstraßenringe auf (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.41ff). Die Innenstadt im Industriezeitalter ist somit einem Wandel unterzogen worden. Wohnungen welche über den Geschäften lagen sind für tertiäre Funktionen freigemacht worden und das Handelsviertel der vorindustriellen Stadt wurde zur City. Der Bau der Eisenbahn brachte die Menschenmassen in die Stadt und folglich entstand die erste Stadterweiterung (vgl. BORSODORF und BENDER, 2010, S.139).

Als Folge des wirtschaftlichen Aufschwungs entstand in der Gründerzeit eine große Zahl neuer industrieller und gewerblicher Unternehmen. Der Mietskasernenbau ist ein typischer Ausdruck dieser Epoche (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.31; HEINEBERG, 2006, S.218-221). Gründe dafür waren nach HEINEBERG:

⁶ Das Industriezeitalter hatte seinen Ursprung in Großbritannien und setzte dort um die Wende vom 18. zum 19. Jhd. ein (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.41).

- umfangreiches Privateigentum am Boden
- Bau- und Bodenspekulationen
- völlig unzureichende Baupolizeiordnungen
- das Aufkommen von Terraingesellschaften als selbstständiges Gewerbe
- Entwicklung des Bankwesens und folglich der Möglichkeit von Hypotheken
- Durchmischung von Wohn- und Gewerbefunktion
- die revolutionäre Entwicklung der Stadthygiene bzw. des technischen Städtebaus

Gartenstadt nach E. Howard (1902)

Um die Großstädte zu entlasten und einer Landflucht zu begegnen hatte der Parlamentsschreiber Ebenezer HOWARD 1898 sein Werk „Garden Cities of Tomorrow“ vorgestellt und ist zum Begründer der Gartenstadt geworden. Eine Gartenstadt charakterisiert sich als selbstständiger Ort mit Wohnungen und Eigenheimen in Gärten, durchgrünt mit öffentlichen Parks, öffentlichen Gebäuden, Kirchen, Schulen und einer grünen Mitte. Ein städtisches Siedlungsgebilde für 250.000 Menschen - sechs dieser Gartenstädte zu je 25.000 Einwohner (EW) gruppieren sich rings um eine Mittelstadt von 58.000 EW. Außerhalb dieses Kranzes werden Fabriken, von einer Eisenbahnlinie bedient, angesiedelt (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.30f.; LICHTENBERGER, 2002, S.44). Den Prototyp der „Neuen Stadt“ von E. HOWARD, wo im Vergleich zum Absolutismus im Mittelpunkt sich nicht der Palast des Herrscherhauses, sondern zentrale Einrichtungen für Versorgung mit Gütern und Diensten ansiedelten, konnte nur in einer einzigen städtischen Siedlung in England verwirklicht werden (vgl. LICHTENBERGER, 2002, S.44f). Die Idee der Gartenstadt, von bestehenden Städten eine unabhängige Stadt, die als Reaktion auf die enge Blockbebauung galt, setzte sich demnach nicht durch (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.31).

Die Charta von Athen

Wie LICHTENBERGER (2002, S.48) aufzeigt, entstanden im späten 19. Jhd. in vielen Großstädten die Vorläufer der Flächenwidmungspläne, als Beispiel sei Frankfurt zu erwähnen, dessen Leitprinzipien wie folgt aussehen:

- Regulierung der Gebäudehöhe und Einführung von Bauklassen und folglich auch Geschößzahlen sowie
- eine funktionale Trennung zwischen Wohn-, Misch- und Industriegebieten.

Der 1. Weltkrieg, danach der politische und wirtschaftliche Zusammenbruch, sowie die Weltwirtschaftskrise sind Faktoren, die den Bauboom der Gründerzeit beendeten und es entstand der Baustil der 20er Jahre, in Anlehnung auf die Gartenstadtbewegung (vgl. MEYER, 2003, S.37).

Bei der „Charta von Athen“ handelt es sich um ein Manifest aus 95 Thesen, die Stadtplaner und Architekten 1933 in Athen formulierten. Diese Thesen beeinflussten die Nachkriegszeit entscheidend und brachte Prinzipien des humanen Wohnbaus, wie beispielsweise Trennung der Funktionen zwischen Wohn- und Industrievierteln, verkehrsgerechte Stadt, Erholung, Bildung und weitere. Ebenso sind die einzelnen Wohnformen wie das Ein- und Mehrfamilienhaus, Mietshaus und Hochhaus räumlich getrennt worden (vgl. BORS DORF und BENDER, 2010, S.140; HEINEBERG, 2006, S.228; KORDA in KORDA, 2005, S.34; LICHTENBERGER, 2002, S.48; MEYER, 2003, S.37).

Nachkriegsentwicklungen und Reformbewegungen

Die Bauweise der meisten neuen Wohngebiete nach dem 2. Weltkrieg ist der Zeilenbau. In den kriegszerstörten Innenstadtgebieten konnte ein Wiederaufbau kaum realisiert werden. Mittels Baulandumlegungen sind durch zusammenfassen kleinerer Parzellen großzügige Erweiterungen bei Siedlungs- und Verkehrsflächen vorgenommen worden (vgl. HEINEBERG, 2006, S.231). Ab Mitte der 1950er Jahre entstanden im Grünen, weitab vom Stadtzentrum, neue Wohnsiedlungen und zahlreiche Gebiete mit freistehenden Einfamilienhäusern (vgl. MEYER, 2003, S.49). „Die „gegliederte und aufgelockerte Stadt“ aus dem Jahre 1957 mit der „weitgehenden räumlichen Trennung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Verkehr, etc. die störungsfrei im Raum angeordnet werden sollte“ (GÖDERITZ, RAINER, HOFFMANN) (vgl. HEINEBERG, 2006, S.130) sowie die „organische“ und „autogerechte“ (REICHOW) Stadt sind Antwort auf die Stadt der Gründerzeit“ (KORDA in KORDA, 2005, S.36). Wie KORDA (ebd., S.36) feststellte, konnten großflächige Siedlungen durch Zeilenbauweise kaum gegliedert und räumlich erfasst werden. Ein Großteil der neuen Städtebauphase konnte von Großwohnungsbau-gesellschaften wie beispielsweise die „Neue Heimat“ getragen werden. Es entstanden neue Großsiedlungen die sich durch Gleichförmigkeit nach außen und Großzügigkeit nach innen charakterisierten (vgl. BORS DORF und BENDER, 2010, S.141f.).

Ab Mitte der 1960er Jahre kam eine neue Vorstellung von einer stärker verdichteten und verflochtenen Stadtstruktur auf. An den Randbereichen von Stadtregionen entwickelten sich Hochhausbauten

mit entsprechend großen Einwohner Planzahlen (vgl. HEINEBERG, 2006, S.237). In gehobenen Einkommenschichten bevorzugte man jedoch eher das Wohnen in Villensiedlungen oder in freien bzw. gereihten Einfamilienhäuser. Ebenfalls in jener Periode entstanden Bungalow- und Reihenhaussiedlungen am Stadtrand, die als zweites Element der Wohnbedarfsweckung gesehen werden können (vgl. HEINEBERG, 2005, S.224; BORSDORF und BENDER, 2010, S.142). Folglich begann im Laufe der Zeit die Zersiedelung der Städte. Die neuen Baugebiete, aber auch vorhandene Städte folgten dem Prinzip der Funktionentrennung, wobei sich die Nutzungen immer mehr entmischten (vgl. MEYER, 2003, S.49).

So trug jede Epoche zur Entwicklung von Städten bei. Historische Siedlungsstrukturen sind nach wie vor in vielen Städten nachzuweisen. Die Stadt ist im Wandel und jedes Zeitalter hat seine eigene Formensprache hervorgebracht. Vor allem die letzten drei Jahrzehnte haben einen massiven Wandel hervorgerufen (vgl. BORSDORF und BENDER, 2010, S.145).

2.4. Funktion und Nutzen von Städten

Allgemein können Städte folgende Funktionen umfassen⁷:

- Versorgungsfunktionen, die für ein großes Stadt- und Ergänzungsgebiet von Bedeutung sind,
- allgemeine Verwaltungsaufgaben, die für eine ausgedehnte Region ausgeübt werden,
- Transportfunktionen, die an Knotenpunkten von Gütern oder Informationen anfallen und
- Spezialfunktionen, die unterschiedlich stark regional ausstrahlen, z.B. bestimmte Industrien mit spezifischem Markt- und Arbeitskräftepotential.

Zu der funktionsräumlichen Gliederung von Städten werden Einzugsbereiche lokaler Geschäftszentren, Schulen oder Verwaltungsbezirke gezählt⁸.

FASSMANN (2004, S.64) weist darauf hin, dass Städte spezifische Funktionen besitzen, da sie immer Mittelpunkte für wirtschaftliche, politische, gesellschaftliche oder kulturelle Aktivitäten mit einer über die Stadtgrenzen hinausreichender Bedeutung sind. Indiz und Maß dafür sind berufsstatistische Indikatoren. „Die Variation reicht von Ackerbürgerstädten bis zu Typen der Beamten-, Residenz-, Universitäts-, Bischofs-, Garnisons-, Verkehrs- und Industriestädte, letztere noch differenziert nach der Art des vorherrschenden Gewerbes“ (KLÖPPER in TREUNER, 1995, S.914).

⁷ Quelle: http://www.mygeo.info/skripte/skript_bevoelkerung_siedlung/siedl5.htm [Stand: 28.10.11]

⁸ Quelle: http://www.e-geography.de/module/stadt_2/html/Stadtgliederung.swf [Stand: 28.10.11]

Nach BORSDORF und BENDER (ebd.) entstehen Siedlungen oder Städte nach der Funktion. Hierzu differenzieren sie acht diverse Stadttypen: die Industrie-, Einzelhandels-, Großhandels-, Transport-, Bergbau-, Universitäts-, Fremdenverkehrs-/Rentnerstadt und schließlich die Stadt ohne dominante Funktion. SCHWARZ (1989b, S.879) betont jedoch, dass Städte aus politischen, sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Bedürfnissen eines Kulturvolkes erwachsen und eigene Formen und Ausprägungen zu finden sind. Die verschiedenen Kulturen prägen das städtische Siedlungsbild. Durch indirekte und direkte Einflussnahme lassen sich allerdings die architektonischen Formen übertragen.

FASSMANN (2004, S.64) macht darauf aufmerksam, dass die Dominanz bestimmter Berufsangaben, oder die Zuordnung der Arbeitsplätze zu den verschiedenen Sektoren oder Wirtschaftsklassen einen Hinweis auf die Funktion und die typologische Zuordnung der Stadt hat. Beispielsweise erwähnt FASSMANN (ebd.), ohne eine allgemein gültige Typologie daraus abzuleiten, dass man eine Stadt als „Studentenstadt“ bezeichnet, wenn der Anteil der Studenten an der Einwohnerzahl überproportional hoch ist. Nach SCHWARZ (1989b, S.581) verbindet man eine bestimmte Vorstellung von einer Universitätsstadt oder einer Industriestadt. Solche Städte betreffen jedoch nicht allein die wirtschaftliche oder soziale Struktur, sondern verleihen der Gesamtheit ihrer Lebensverhältnisse einen speziellen Charakter.

2.4.1. Besondere Funktionen

Zu Städten mit einer besonderen Funktion zählt SCHWARZ (1989b, S.586–642) folgende:

- Politische Funktionen

Für die Entstehung von Städten haben die politischen Funktionen seit jeher eine enorme Rolle gespielt, denn viele Städte sind der Ausdruck politischen Willens, wie Residenz- und Burgstädte, Festungs- und Garnisonstädte, aber auch Beamtenstädte. Generell soll angemerkt werden, dass Stadttypen eine Wandelbarkeit ihrer Funktionen haben, sie sind in besonderem Maße abhängig vom politischen Geschehen.

- Kulturelle Funktionen

Zu den kulturellen Funktionen im städtischen Leben werden vor allem überragende Bildungseinrichtungen gezählt. Hierzu gehören zum einen Wallfahrts- bzw. Klosterstädte und zum anderen Universitätsstädte. Kulturelle Aspekte besitzen hier zwar einen geringeren Stellenwert als im Vergleich dazu politische Funktionen, aber sie haben eine größere Beständigkeit, da sie kaum vom Wandel politischer Verhältnisse betroffen sind.

- besondere Wirtschafts- und Verkehrsfunktionen
 - Agrarstädte (wenn ein größerer Teil der Bevölkerung selbst noch Landwirtschaft betreibt)
 - Dienstleistungszentren (sind nicht nur durch Einzelhandel charakterisiert, sondern auch durch Zweigstellen von Banken und Versicherungen, untergeordnete Verwaltungsfunktionen sowie einige kulturelle und soziale Einrichtungen)
 - Industriestädte (voll entwickelte Städte, die sich durch eine überdurchschnittliche gewerbliche Produktion auszeichnen und deren Erzeugnisse in Kleinbetrieben hergestellt und für den Export bestimmt sind)
 - Verkehrsstädte (sind relativ selten vorzufinden, zeigen sich aber vor allem dort wo große Räume zu überwinden sind; Eisenbahnstädte und Verkehrshäfen werden zu den wichtigsten Verkehrsstädten gezählt;)
 - Handelsstädte (dem Handel schreibt man dann eine wichtige Rolle zu, wenn Gebiete verschiedener wirtschaftlicher Ausrichtung durch einen städtischen Mittelpunkt zusammengefasst werden und sich der Handelsaustausch über größere Räume erstreckt;)

- Hauptstädte

Hauptstädte, die sich durch ihre politische Funktion auszeichnen, spielen im Staatswesen eine besondere Rolle, da sie den politischen Willen nach außen hin repräsentieren. Es sind jene Städte, die einen militärischen Schutz boten und bieten, religiöses und geistiges Wirtschafts- und Verkehrszentrum sein können und alle höheren städtischen Funktionen vereinen.

Funktionen und Nutzungen von Städten sind für die Siedlungsstruktur äußerst wichtig und für die Abgrenzung von Siedlungsstrukturen notwendig. Dennoch darf an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Funktion nicht aus Fernerkundungsdaten abzuleiten ist, da diese nur physische Informationen enthalten. Dazu müssten sozio-ökonomische Informationen vorliegen.

In der Stadtplanung gibt es für den Begriff „Nutzung“ eine Vielzahl an Bedeutungen. So können unbebaute Flächen, Gebäude, Anlagen, öffentliche und private Freiflächen genutzt werden. Nutzungen sind somit eine Aktivität, die auf Flächen, in Gebäuden oder auf Anlagen stattfindet (vgl. CURDES, 1997, S.176f.).

Prinzipiell sind die Nutzungsdifferenzierungen in Städten genauso alt wie die Städte selbst. Historisch gesehen hatten die ältesten Städte schon Areale unterschiedlicher Bedeutung und im Laufe der Ge-

schichte haben Nutzungsdifferenzierungen nach Gebieten stets zugenommen. Die heutigen Gebiete sind, wie bereits im Kapitel (2.3) erwähnt, deutlich durch das Konzept der Gartenstadt, durch die Charta von Athen und durch das Leitbild der „gegliederten und aufgelockerten Stadt“ geprägt (vgl. ebd.).

2.4.1. Exkurs: Flächen- und Gebäudenutzung

Die Flächen- und Gebäudenutzung zählt zu den wichtigsten Merkmalen der inneren Gliederung von Städten. Stadtgliederungen nach der jeweiligen vorherrschenden Nutzung (Raumfunktion) werden häufig als funktionale Stadtgliederung oder funktionale (Stadt-) Viertel bezeichnet. Zu den funktionalen Raumeinheiten innerhalb von Städten gehören die City, Wohnviertel, sowie Industrie- und Gewerbegebiete (vgl. HEINEBERG, 2006, S.148).

Der Flächenwidmungsplan (FWP) legt Nutzungen wie

- Land- und Forstwirtschaft,
- Verkehr und
- Wohnen

für einzelne Parzellen fest. Im Vergleich dazu zeigt die Gebäudenutzung, die sich innerhalb der Parzelle befindet, nach MEYER (2003, S.16) folgende Nutzungen auf:

- Gemeinbedarf (öffentliche Gebäude wie Schulen, Kindergarten, Kirche, etc.)
- Wohnen
- Wohnen und Gewerbe (Mischnutzung)
- Gewerbe
- Sonstige (Abstellräume, Garagen, etc.)

2.5. Flächenverbrauch und Zersiedelung

In den letzten Jahrzehnten findet das Städtewachstum in den Außenzonen statt und hat somit die Funktionsstandorte an den Stadtrand verlagert (vgl. BORSDORF und BENDER, 2010, S.23). Diese sogenannte Suburbanisierung wird verursacht durch eine relativ starke Bevölkerungs- und Beschäftigungszunahme im Umland. Hauptgründe dafür sind das unzureichende Wohnungsangebot in den Kernstädten, sowie Mängel in der Bausubstanz und der Wohnumwelt. Die Zuzüge in das Umland lassen sich durch die Attraktivität von einer geringen Bebauungs- und Wohndichte erklären. Im Vergleich dazu sind Zuzüge in die Kernstädte für jüngere Personen durch das bessere Angebot von Infrastruktur, Bildungseinrichtungen, kulturelle und Freizeiteinrichtungen zu begründen (vgl. HEINEBERG, 2006, S.56f).

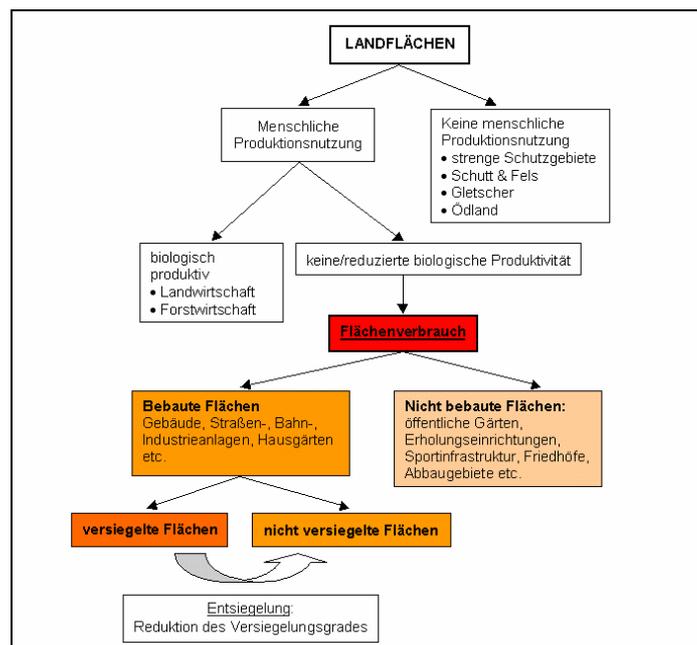
Aufgrund des rasanten Flächenverbrauchs haben sich die Entmischungsprozesse in den Städten und Stadtregionen ungebremst entwickelt. Damit ist die räumliche Desintegration der einst eng verbundenen Funktionsstandorte für Wohnen, Arbeiten, Versorgung und Freizeit gemeint. Dazu zählen Einfamilienhausviertel ohne Arbeits- und Versorgungsfunktion, Bürostandorte in der Peripherie oder Einkaufszentren auf der „Grünen Wiese“ (vgl. HEINEBERG, 2006, S.52f.). Gründe sind der steigende Flächenbedarf in der Kernstadt, hohe Grundstückskosten und Mietforderungen (vgl. ebd. S.57). Aber auch der Wohlstand und die Mobilität verursachen ein Wachstum der Städte in die Breite und es zeichnet sich eine Stadtflucht ab (vgl. FREY, 2011, S.3). Das Abwandern der städtischen Bevölkerung ins Umland, verändert durch deren Verhaltens- und Lebensweisen dementsprechend den suburbanen Raum. Folglich wird aus einem ländlich geprägten Raum, ein städtischer Raum (vgl. FASSMANN, 2004, S.52). Aus dem Raum, der sich zwischen Stadt und Land befand, den man früher als „Umland der Städte“ bezeichnete, entstand nach BORSDORF und BENDER (2010, S.26) ein neuer *rurbaner* Raum. Die Grenzen zwischen Stadt und Land verschwimmen, denn überall ist ein bisschen Stadt und ein bisschen Land (vgl. FREY, 2011, S.3). Eine Vermischung von Einfamilienhaussiedlungen mit Shopping Malls und alten Dorfkernen, Autobahnen und Alleen, Gewerbe- beziehungsweise Büro-parks mit landwirtschaftlichen Flächen sowie Weingärten, Villen, Bauernhöfen und Flughäfen. Das führt zu einer inszenierten Wohnwelt und Authentizität, die als undurchschaubar und chaotisch empfunden wird. Die Kulturlandschaften in den Randzonen prägen sich durch ein scheinbares Chaos, Unübersichtlichkeit, Mischstrukturen und Unausgewogenheit (vgl. BORSDORF und BENDER, 2010, S.26). Das Erfüllen eines Traumes von einem Einfamilienhaus im Grünen ist aufgrund der explosionsartigen Zunahme von Verkehr und Zersiedelung zum neuen Problem geworden (vgl. FREY, S.4). Die Folge ist ein enormer Flächenverbrauch, ein krebsartiges Wachstum der Städte, selbst bei sinkender Einwohnerzahl (vgl. MEYER, 2003, S.83).

Zersiedelung ist der richtige Begriff für das nach HEINEBERG (2005, S.310) „ungeordnete Wachstum von Wohnsiedlungen in den Vorstadtgebieten“.

Mit dem Begriff der Zersiedelung ist der Begriff Flächenverbrauch, auch als Flächeninanspruchnahme bezeichnet, eng verbunden.

„Unter Flächenverbrauch wird im Folgenden der unmittelbare und dauerhafte Verlust biologisch produktiven Bodens durch Versiegelung, Bebauung und Überbauung für Siedlungs-, Verkehrs- und industriell-gewerbliche Zwecke, einschließlich intensiver Erholungsnutzungen, Deponien, Abbauflächen, Kraftwerksanlagen und ähnlicher Intensivnutzungen bzw. Siedlungsfolgenutzungen verstanden“ (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.8, zit.n. UMWELTBUNDESAMT, 2004). „Die Bezeichnung Flächenverbrauch kennzeichnet dabei die überwiegend monofunktionale Nutzung einer Fläche für biologisch unproduktive zivilisatorische Standorts- und Trägerleistungen, wodurch „verbrauchte“ Flächen dauerhaft anderen – z. B. land- und forstwirtschaftlichen – Nutzungen, aber auch pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften als Lebensraum weitgehend entzogen werden“ (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.8).

Abb. 2 Modell zur Gliederung der Bodennutzung nach der Intensität der menschlichen Flächeninanspruchnahme



Quelle: UMWELTBUNDESAMT (2005, S.9)

Wie in Abb. 2 zu sehen ist, umfasst der Begriff bebaute Flächen, versiegelte und überbaute Flächen, wie Gebäude- und Verkehrsflächen, als auch unversiegelte Flächen wie private Hausgärten, Straßenbegleitflächen und Abstandsflächen. Zu den unbebauten oder auch nicht bebauten Flächen werden für Siedlungs- oder industriell-gewerbliche Zwecke intensiv genutzte Flächen wie öffentliche Parkanlagen

gen, Sportstätten, Friedhöfe oder Materialgewinnungsstätten gezählt (vgl. UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.8).

Im Jahr 2005 waren 5,5% der Gesamtfläche Österreichs, das entspricht einer Fläche von 4.574 km², verbraucht. Von diesen 5,5% können allein 5% nur auf Bau- und Verkehrsflächen bezogen werden. Bedingt das in Österreich die Alpen einen Großteil der Fläche bedecken, können nur 37% der Landesfläche zur dauerhaften Nutzung für Siedlungstätigkeiten gezählt werden. Daher kann man von „Flächenverbrauch“ erst dann sprechen, wenn sich der Indikator auf den Dauersiedlungsraum⁹ bezieht. Für Österreich beträgt der Anteil des Dauersiedlungsraumes 2004 knapp 15%, wobei 13,5% bereits für Bau- und Verkehrsflächen entspricht (vgl. UMWELTBUNDESAMT, o.J., S.4).

Eine Studie vom UMWELTBUNDESAMT (o.J., S.5) zeigte, dass der gesamte Flächenverbrauch in Österreich im Zeitraum 1999 – 2004 um 13,4% zugenommen hat. Das entspricht einer täglichen Zunahmerate von 29,7 ha/Tag. Eine weitere Studie vom UMWELTBUNDESAMT (2005, S.21) hat den Auswertungsbereich von 2001 – 2005 dargestellt. In dieser Periode konnte der gesamte Flächenverbrauch in Österreich eine Zunahme von 7,3% aufweisen, das in etwa einer Rate von 21,1 ha/Tag entspricht. Man könnte nun meinen, dass sich der Flächenverbrauch mittlerweile wesentlich reduziert hat.

Das UMWELTBUNDESAMT (2005, S.15) führt jedoch an, dass entweder die Dateninkonsistenzen der Grundstücksdatenbank und/oder die Katasternachführungen in Folge der Einführung von neuen Berghöfekatastern zu erklären sind. „So kam es insbesondere durch die Neuerstellung des Berghöfekatasters und dessen Einarbeitung in den Kataster bis Ende der 90er Jahre besonders in den alpinen Regionen zu einer starken Zunahme der bebauten Flächen auf dem Papier – obwohl die Bebauung teils bereits vorher vorhanden war. Diese Inkonsistenzen des Datenbestandes erschweren v. a. die Interpretation von Trends“ (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.15). „Das Maximum der Neuverbrauchsrate in den Jahren 1998 – 2000 lässt sich mit einiger Sicherheit als Auswirkung der Katasternachführungen in Folge der Einarbeitung des neuen Berghöfekatasters erklären“ (ebd., S.21). Damit sind jene Flächen gemeint, die bereits vorher beansprucht waren, aber erst in diesen Jahren in der Statistik aufscheinen (vgl. ebd.).

In Summe betrachtet weist das UMWELTBUNDESAMT (ebd.) aber darauf hin, das der heutige Flächenverbrauch jedoch wesentlich geringer ist, als im Vergleich zu dem hohen Verbrauchsniveau Mitte der 1990er Jahre.

⁹ Dauersiedlungsraum: potenziell für dauerhafte Siedlungsnutzungen geeigneter Raum. Umfasst die in der Grundstücksdatenbank definierten Klassen Baufläche, landwirtschaftliche genutzte Fläche, Gärten, Weingärten und Teil der Sonstigen Flächen (Verkehrsflächen, Abbaufächen etc.), unter Ausschluss der alpinen Grünland-, Wald-, Ödland- und Gewässerflächen (UMWELTBUNDESAMT, o.J., S.4)

Ursachen, die im Zusammenhang mit dem Flächenverbrauch stehen, sind neben dem sozioökonomischen Wandel¹⁰ der Trend zu flächenintensiven Bebauungsformen und die Konkurrenz der Gemeinden. Eine weitere Ursache ist die Intensivierung und Rationalisierung der Agrarproduktion, die zu einem Rückzug der Landwirtschaft führt, aber auch durch den Bau von boomende Einkaufszentren und Freizeitanlagen auf der grünen Wiese (vgl. UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.24f.).

2.5.1. Folgen des Flächenverbrauchs

Der zunehmende Flächenverbrauch führt laut dem UMWELTBUNDESAMT (2005, S.10) zu folgenden ökologischen Auswirkungen:

- Funktionsverlust: Durch Versiegelung und Verbauung werden die multifunktionalen Bodenzustände weitgehend auf die monofunktionale Nutzung als Träger für Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur beschränkt.
- Verlust an biologischer Vielfalt: Nicht nur der Lebensraum für Tiere und Pflanzen geht verloren, auch Zersiedelung und die Netzwerksstruktur des immer dichter werdenden Verkehrssystems bewirken eine im Vergleich zur tatsächlich beanspruchten Fläche überproportionale Zerschneidung, Verinselung und Einengung von Lebensräumen.
- Visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes: Durch die zerstreute Siedlungsstruktur wird der Charakter des regionaltypischen Landschaftsbildes stark verändert beziehungsweise beeinträchtigt.

Denaturierung¹¹ aber auch externe Umwelteffekte wie Schadstoffemissionen und Lärmbelastung zählen ebenfalls zu den ökologischen Auswirkungen des zunehmenden Flächenverbrauchs.

Zu den Folgen des Flächenverbrauchs werden nicht nur die ökologischen Folgen gezählt, sondern auch die Ökonomischen (vgl. UMWELTBUNDESAMT, o.J., S.1). „Der Flächenverbrauch geht in Österreich großteils zu Lasten landwirtschaftliche Nutzflächen“ (ebd., S.1).

Es sind jene drei Faktoren Suburbanisierung, disperse Siedlungsentwicklung und der Trend zum Einfamilienhaus, die zu hohen volkswirtschaftlichen Kosten für Wohnraumschaffung und Infrastrukturförderung führen. Im Vergleich zu kompakten Siedlungsformen verursachen die zersplitterten Sied-

¹⁰ Frühere Generationsentflechtung, Zunahme von Single-Haushalten und gestiegene Ansprüche an Lebens- und Wohnstandard (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.24)

¹¹ Verdichtung oder Zerstörung des Bodengefüges (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.10)

lungsstrukturen höhere Kosten für Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von technischen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen (vgl. UMWELTBUNDESAMT, o.J., S.2, zit.n. DOUBEK & HIEBL, 2001).

„Mit abnehmender Siedlungsdichte, d. h. mit sinkender Zahl von Wohneinheiten je Flächeneinheit und zunehmender Entfernung zwischen den Gebäuden, d. h. steigenden Leitungs- und Straßenlängen, steigen parallel zum Flächenverbrauch die Erschließungskosten überproportional stark an“ (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.12). Eine kompakte Bauweise mit Geschosswohnungen in Städten weist im Durchschnitt 10 – 60 Wohneinheiten/ha und einer Straßenlänge von 5 – 10 m auf. Im Vergleich dazu sind es im Durchschnitt 9 Wohneinheiten/ha auf einer Distanz von 15 bis über 150 m in aufgelockelter Bauweise (vgl. ebd.).

2.5.2. Gegenmaßnahmen

Der Anspruch des Wohnungsbaus an Bauland und Erschließungsflächen ist abhängig vom Gebäudetyp. Grundsätzlich sei zu erwähnen, dass der Aufwand je EW umso größer ist, je geringer die Wohndichte wird. Die Raum- und Stadtplanung sollte als Konsequenz möglichst gewissenhaft und sparsam mit dem Gut „Bauland“ umgehen (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.109).

Es gibt daher eine Reihe von kosten- und flächensparenden Maßnahmen, die dem Flächenverbrauch entgegen wirken. KORDA in KORDA (2005, S.110) weist auf kleinere Grundstücke mit wohldurchdachten Grundrissen in Form von Hausgruppen (beispielsweise Reihenhauses, Kettenhaus, etc.) hin sowie der Verzicht auf Garage / Stellplatz / Carport im oder am Haus. Garagen sollten gebündelt an der Erschließungsstraße zur Verfügung stehen. Desweiteren sollte der Anteil von Besucherstellplätzen deutlich minimiert werden (ebd.).

Das UMWELTBUNDESAMT (o.J.) nennt im Folgenden weitere Maßnahmen:

- Brachflächen-Recycling: Industrielle oder gewerbliche Siedlungsbrachen sollen für den Wohnungsbau vorrangig verwendet werden. Als Beispiel dafür wäre Großbritannien zu erwähnen. Im Zeitraum von 1999 – 2002 sind 59% aller Wohnungen auf Siedlungsbrachen errichtet worden. Nach HIGGINS und HOGGART (vgl. UMWELTBUNDESAMT, o.J., zit.n. HIGGINS, 2004, o.S.; HOGGART, 2004, o.S.) ist die Bebauungsdichte auf konvertierten Flächen deutlich höher als auf neu ausgewiesenem Bauland.
- Entwicklung von regionalisierten Leitbildern
- Stärkere Berücksichtigung der Bodenfunktion im Planungsverfahren

- Quantitative Zielvorgaben seitens der überörtlichen Raumordnung durch Festlegung von Obergrenzen des Flächenverbrauchs
- Aktualisierungsangebote für Baulandwidmungen

Nach HÜLSMANN (vgl. UMWELTBUNDESAMT, 2001, S.138) stehen die Chancen für eine Trendwende in Richtung einer flächensparenden Siedlungsentwicklung derzeit besser, als in der Vergangenheit. „Dafür sprechen die rechnerisch vorhandenen Potenziale für eine innerstädtische Entwicklung und Anzeichen für eine stärkere Wertschätzung des Lebens und Wohnens in der Stadt aufgrund neuer Nachfrageformen (z.B. nachbarschaftliches Wohnen für Alleinerziehende und Singles, Wohnen im Alter, Wohnen ohne Auto)“ (ebd.).

Obwohl noch nicht alle Konzepte und Maßnahmen völlig ausgereift sind, sollten insbesondere ökonomische, fiskalische und Förderinstrumente zur Steuerung des Flächenverbrauchs auf ihre Anwendbarkeit geprüft werden. Dabei darf angemerkt werden, dass neuartige Maßnahmen stets in Ergänzung zu bestehenden Instrumenten zu sehen sind (vgl. Umweltbundesamt, o.J., S.9). Eine Kombination von bewährten, angepassten und neuen Instrumenten und Maßnahmen sollte hierbei entscheidend für den Erfolg aller Bemühungen zur Reduktion des Flächenverbrauchs sein (vgl. UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.36).

2.6. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die Entwicklung einer Methode zur Klassifikation von Gebäudetypen knüpft insbesondere an wissenschaftliche Arbeiten vom IÖR in Dresden an. Der Forschungsbereich „Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung“ entwickelt Erhebungs-, Monitoring- und Analyseverfahren, um den Zustand und die Veränderungen der Flächennutzung besser zu beschreiben, sowie Prognoseverfahren, um den Flächenbedarf für Wohnzwecke als einer Triebkraft der Stadt- und Regionalentwicklung zu ermitteln (vgl. IÖR¹²). Ein Forschungsthema bezieht sich auf den Forschungsbereich „Methoden zur automatisierten Erhebung“. Dabei werden Daten aus unterschiedlichen Quellen verwendet, wie beispielsweise aus analogen, topographischen Karten, aus digitalen Geobasisdaten und aus Fernerkundungsdaten (vgl. IÖR).

MEINEL et al. in SCHRENK et al. (2007, S.815) wenden für die gebäudebasierte, vollautomatische Erhebung und Analyse der Siedlungsstruktur nicht Fernerkundungsdaten an, sondern beziehen sich auf digitale topographische Rasterkarten. Hierbei wird auf Basis einer automatischen Gebäudeerkennung, -vermessung und -klassifikation eine Fülle von siedlungsstrukturellen Kennzahlen auf Baublockebene abgeleitet. MEINEL et al. in SCHRENK et al. (2007, S.818) bauten für die automatische Klassifikation von Gebäuden ein regelbasiertes Entscheidungsnetzwerk auf, da diese gegenüber der multinomialen logischen Regression und der Kompromissoptimierung mit Fuzzy Methoden, höchste Effizienz in der Datenverarbeitung und höchste Flexibilität in der Modifikation zeigten. Die Gebäude werden mittels Wenn-Dann-Regeln in Verbindung mit statistisch erhobenen Schwellwerten klassifiziert. Der Prozess der Gebäudeklassifikation erfolgt anschließend in zwei Phasen. In der ersten Phase werden die Einzelgebäude nach ihrer Form klassifiziert und in der zweiten Phase werden, anhand von Nachbarschaftsbeziehungen die ATKIS-Objektart (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) und den berechneten Flächenanteile einzelner Klassen aus der ersten Phase, Rückschlüsse auf den Gebäudetyp gemacht (vgl. ebd.).

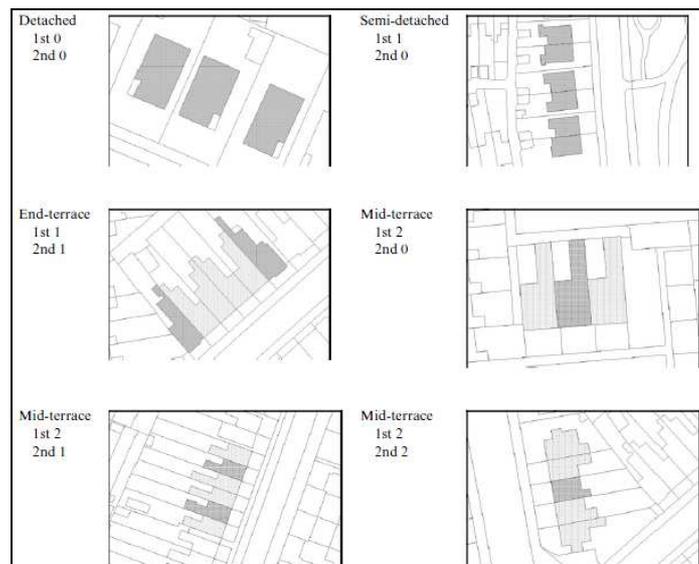
Die Gebäudedaten stammen aus der digitalen Topographischen Karte 1 : 25000 (DTK25-V) und die räumliche Abgrenzung der Baublöcke und die Nutzungsarten aus den ATKIS Basis-DLM (vgl. ebd., S.816ff.; MEINEL et al., 2008, S.8-22). Für die automatische Berechnung siedlungsstruktureller Kennzahlen auf Basis der eben genannten Daten ist das Programm SEMENTA[®] entwickelt worden. „Es beruht auf der objektorientierten Extraktion aller Gebäude aus dem Grundrisslayer, der Vermessung und Klassifikation dieser und der anschließenden Berechnung verschiedenster siedlungsstruktureller Kennzahlen auf Blockebene“ (MEINEL et al., 2009, S.8).

¹² Quelle: <http://www.ioer.de/forschung/monitoring-der-siedlungs-und-freiraumentwicklung/> [12.09.11]

Einen anderen Ansatz für die Klassifikation von Gebäudetypen wenden ORFORD und RADCLIFFE (2006, S.212-214) an und teilen die Klassifikation in vier Phasen wie folgt ein:

- Phase 1: Anhand eines GIS-Skripts sind Gebäudepolygone, die zuvor erstrangiger und zweitrangiger Nachbar waren, bestimmt worden. Wenn sich zwei Gebäude durch eine Liegenschaftsgrenze teilen, handelt es sich um erstrangige Nachbarn. Man spricht von zweitrangigen Nachbarn, wenn sie die Liegenschaftsgrenze mit dem gleichen erstrangigen Nachbarn teilen. Die verschiedenen Gebäudetypen werden in Abb. 3 veranschaulicht. Einfamilienhäuser (*detached house*) sind freistehend und haben weder erstrangigen noch zweitrangigen Nachbar. Doppelhäuser (*semi-detached house*) haben zwar einen erstrangigen, aber keinen zweitrangigen Nachbar. Reiheneckhaus (*end-terrace house*) haben einen erstrangigen, aber auch zweitrangigen Nachbar um sich von einem Doppelhaus zu unterscheiden. Reihenmittelhäuser haben zwei erstrangige Nachbarn und je nach Länge der Reihenhäuser haben sie entweder keinen, einen oder zwei zweitrangige Nachbarn.

Abb. 3 Gebäudetypen nach OS Mastermap



Quelle: ORFORD und RADCLIFFE (2006, S.212)

- Phase 2: versucht zwischen Gebäudeabteilungen, die „trivial“ und „nicht trivial“ sind, zu unterscheiden. Zur trivialen Gebäudeeinteilung werden jene Gebäude gezählt, die im unteren Stock miteinander verbunden sind (beispielsweise durch eine Garage), aber nicht im oberen Stockwerk. Alle anderen Gebäude zählen zu der nicht trivialen Gebäudeabteilung.

- Phase 3: versucht Wohnungen anhand des Ordnance Survey (OS) Mastermap zu identifizieren. Dazu werden innerhalb des Adressen-Layers drei Methoden angewendet. Die erste Methode sucht in den Daten nach dem Begriff „Wohnung“ oder „Apartment“. Die zweite Methode sucht nach identen Adresspunkten innerhalb eines Gebäudes. Die dritte und letzte Methode dieser Phase verwendet die Zensus-Daten von Personen die sich einen Haushalt teilen.
- Phase 4: in der letzten Phase werden die kommerziellen Adressen und Adressen von unklassifizierten Gebäudetypen herangezogen. Zuerst werden kommerzielle Adressen untersucht, ob im Adressenfeld eine Organisation oder ein Firmenname steht. Eine Adresse hat nur dann einen unklassifizierten Gebäudetyp, wenn entweder die Attributtabelle des Adressenlayers nicht mit dem Gebäudeobjekt des Topographielayers übereinstimmt, oder das Gebäude entspricht nicht einem Gebäudetyp und konnte nicht unter Verwendung des 4-Phasen Prozess modelliert werden.

SMITH und CROOKS (2010, S.24) wenden einen Algorithmus an, der eine Vereinfachung der ursprünglichen Methode nach ORFORD und RADCLIFFE (2006), darstellt. Mit dieser Methode lassen sich die Basisregeln von den Gebäudetypen ableiten.

SMITH und CROOKS (2010, S.19-25) entwickelten ein Modell für die Klassifikation von Gebäudetypen in London, basierend auf detaillierten topographischen und adressbasierten Daten. Die Grundlage der adressbasierten Daten stammt aus den OS-Daten und steht in Form von Punktdaten, der Datenbank des englischen Postdiensts, zur Verfügung. Durch eine Verschneidung der Daten ist jede Adresse zu einem Gebäude mit x und y Koordinaten verbunden. Größere Gebäude wie ein Mehrfamilienhaus kann mit multiplen Adressen versehen werden. Viele der Gebäude in London sind jedoch nicht mit Adressen versehen.

Für die Klassifikation von Gebäudetypen wird hier die Beziehung zwischen der Gebäudegeometrie und den Adressen verwendet, um Bebauungstypen abzuleiten. Der Algorithmus weist zwei Haupteigenschaften auf:

- die Anzahl der Gebäude innerhalb jedes Polygons und
- die Anzahl der klassifizierten Gebäude des ursprünglichen Block Features, welcher zuvor in einem anderen Algorithmus berechnet wurde.

Dies stellt die Vereinfachung nach ORFORD und RADCLIFFE (2006) dar.

Einen anderen Ansatz um Gebäudetypen zu klassifizieren, zeigt die Studie des Bundesminister(ium)s für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (BMBAU) (vgl. HEINEBERG, 2006, S.146, zit.n. BMBAU, 1983, S.77ff.) auf, indem man einen analogen Ansatz für eine Klassifikation verwendet. Am Beispiel der Stadt Hameln in der Nähe von Hannover stellt das BMBAU fest, dass bestimmte Dach- bzw. Gebäudeformen in verschiedenen Städtebau- und Stilepochen mit unterschiedlichen Anteilen vertreten sind. Aus der Kombination Gebäudeform mit der Bauepoche und der (historischen) Hausnutzung lassen sich einzelne historische Haus- oder Bautypen feststellen. Die Untersuchung zeigte, dass in der Hamelner Altstadt zehn verschiedene Bautypen analysiert wurden und zusammen mit der Gestaltqualität von historischen Gebäuden ist eine Bauzustandskarte kartographisch erstellt worden. Die empirische Datengrundlage zur Erfassung der Einzelmerkmale der Gebäude bildete die Gebäudekartei, die auch für Objektsanierungen oder in Hinblick auf den Denkmalschutz herangezogen werden kann (vgl. ebd.).

Dieser analoge Ansatz könnte beispielsweise automatisiert werden, wenn die Daten für diese Klassifikation zur Verfügung stehen würden.

2.7. Begriffsbestimmungen

In diesem Unterkapitel werden einige grundlegende Definitionen erläutert, die im Zusammenhang mit der Siedlungsgeographie und den Siedlungsstrukturen stehen.

2.7.1. Landbedeckung vs. Landnutzung

Unter dem Begriff Landbedeckung ist der biophysikalische Ist-Zustand der Geländeoberfläche zu verstehen, also die Art und Ausstattung der Geländeoberfläche. Im engeren Sinn wird der Begriff für die Vegetationsdecke der Erde alleine verwendet. Es werden aber auch andere Objekte der Geländeoberfläche eingeschlossen wie z.B. Gebäude, Verkehrsbauwerke, Gewässer und viele mehr (vgl. SCHNEIDER in GRILLMAYER und SCHNEIDER, 2004, S.9).

Die Landnutzung bezeichnet die Funktion der Geländeoberfläche in der wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Nutzung. Obwohl die Landnutzung eng mit der Landbedeckung zusammenhängt, muss sie begrifflich scharf getrennt werden. Zu den Landnutzungskategorien werden Land- und Forstwirtschaft, Verkehr, Brachland, Siedlungsgebiet, Industriegebiet, Bauland, Wald, Forststraßen, usw. gezählt (ebd.).

Die Landbedeckung wird im Allgemeinen allein von Fernerkundungsdaten abgeleitet, während man für die Landnutzung Zusatzinformationen benötigt. Mit Hilfe der Fernerkundung kann die Landbedeckung quantifiziert werden, dies ist wiederum mit der Landnutzung nicht unmittelbar möglich. Für

eine Bestimmung müssen entweder Informationen vor Ort gesammelt oder aus Landbedeckungsinformationen abgeleitet werden (vgl. GOETZKE, 2010, S.11, zit.n. LAMBIN et al., 2006).

Desweiteren können Elemente der Planung und der Widmung einfließen, damit man von der Landbedeckung auf die Landnutzung kommt. In der Praxis werden beide Begriffe nicht so scharf voneinander getrennt, denn die meisten Datensätze enthalten sowohl Elemente der Landbedeckung als auch der Landnutzung (vgl. SCHNEIDER in GRILLMAYER und SCHNEIDER, 2004, S.9).

Folglich besteht ein Zusammenhang zwischen Landnutzung und Landbedeckung und eine Landbedeckungskategorie kann einer Landnutzungsklasse zugeordnet werden, da die Nutzung von Land bestimmt, welche Landbedeckung sich herausbildet (vgl. GOETZKE, 2010, S.11, zit.n. CIHLAR & JANSEN, 2001). GOETZKE (ebd.) meint, „auf der anderen Seite kann eine Landbedeckungsklasse auf viele verschiedene Arten genutzt werden¹³ oder eine Landnutzungsklasse aus unterschiedlichen Landbedeckungen zusammengesetzt sein¹⁴“.

2.7.1. Parzelle

Die Parzelle (=Grundstück) ist Teil einer Katastralgemeinde und verfügt im Grundbuch über eine eigenständige Grundstücksnummer. Parzellen weisen unterschiedliche Nutzungen auf, beispielsweise Wiese, Wald, Ackerflächen, Baugrund und dergleichen. In Hinblick auf Baugrund und in Phasen des städtischen Wachstums werden Parzellen immer dichter bebaut, vor allem mit zunehmender Nähe zum Stadtkern (vgl. CURDES, 1997, S.86).

Die Parzellenform lässt sich in zwei Grundtypen unterscheiden, in den Block und den Streifen. Die Abgrenzung zwischen den beiden Formen legt man durch das Verhältnis von Breite zu Länge fest (vgl. SCHWARZ, 1989a, S.222). Der Block weist meistens ein Verhältnis von größter Breite zu größter Länge von 1 : 1 bis 1 : 2,5 auf, kann unter Umständen auch 1 : 5 betragen. Streifen werden jene Parzellen bezeichnet, deren Breiten-Längen-Verhältnis größer 1 : 2,5 ist. Meistens haben Streifenparzellen ein 1 : 10 aber auch ein über 1 : 50 Verhältnis. Ein markantes Zeichen an Streifenparzellen ist das gruppenweise Auftreten, indem die Parzellen parallel nebeneinander liegen (vgl. NIEMEIER, 1977, S.64f.).

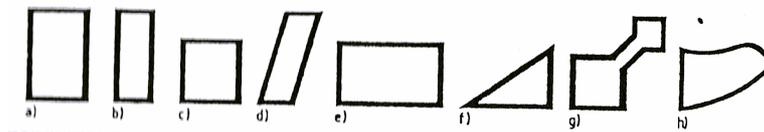
Die Anforderungen an die Größe der Parzelle und an Gebäuden können sich mit der Zeit ändern, vor allem dann wenn die Nutzungsart wechselt oder „wenn ein zuvor am Rand liegendes Areal durch das Städtewachstum später in eine mehr zentrale Lage gerät, ist neben der geometrischen Form und dem

¹³ Eine Grasfläche kann z.B. als Wiese, Weide, Parkanlage, Golfplatz etc. genutzt werden.

¹⁴ Die Klasse „landwirtschaftliche Nutzfläche“ kann neben Ackerland auch Grünland, Gehölze oder bebaute Flächen (z.B. Gewächshäuser) beinhalten.

Zuschnitt die Größe der Parzellen und die Größe und Form der Gebäude von entscheidender Bedeutung für die Nutzbarkeit in einem sich ändernden Kontext“ (CURDES, 1997, S.86). Zu den Hauptformen der Parzellen werden folgende gezählt:

Abb. 4 Parzellenformen



Quelle: CURDES, 1997, S.87

a) rechteckig-tiefe, b) schmal-tiefe, c) quadratische, d) schräg-rechteckig-tiefe, e) rechteckig-lange, f) dreieckige g) vieleckige und h) gekrümmte. All jene Formen unterscheiden sich teilweise nach historischen Perioden und Kulturen. Als besonders geeignet haben sich die schmal-tiefen Parzellenformen erwiesen, da sie zu Beginn einer Stadtentwicklung eine schnelle Schließung der Straßenräume durch nicht zu breite - und damit teure - Gebäude erlaubten. Man konnte daher in späteren Phasen die hintere Reservefläche der Parzelle für zusätzliche Anbauten ohne Veränderung des Parzellenschnitts nutzen (vgl. CURDES, 1997, S.86f).

2.7.2. Behausung

Der nächste siedlungsgeographische Grundbegriff, der auch in Zusammenhang mit der Parzelle und der Siedlung steht, ist die Behausung. Siedlungen bestehen aus einer einzigen oder einer Gruppe von Behausungen. Die Behausung kann ein Zelt, ein Boot, eine Hütte oder ein Gebäude sein und erfüllt einen oder mehrere Zwecke (vgl. NIEMEIER, 1977, S.24). Behausungen stellen somit das kleinste Bauelement der Siedlungen dar (vgl. ebd., S.42).

Das Merkmal einer Behausung, im Sinne von Gebäude, ist seine äußere Gestalt, die häufig eine geometrische Figur darstellt. Nach CURDES (1997, S.242) umschließen oder bilden Gebäude Hohlräume, die untereinander in Verbindung stehen. Er spricht auch von einer inneren Organisation von Gebäuden, die die äußere Form nur teilweise bestimmen. Die äußere Form beschreibt sich vor allem durch das Material und durch die Architektur. Daraus schließt CURDES (1997, ebd.) dass „bestimmte Freiheiten sowohl für die innere Organisation als auch für die äußere Form bestehen. Diese Freiheiten erlauben es, Bauten sowohl auf eine Umgebung zu beziehen, als auch sie davon abzusondern“.

Wie diese geometrische Figur, die sich auf die Umgebung bezieht, nun charakterisiert und klassifiziert wird, beschreiben die folgenden Unterkapitel zu „Bauweise“, „Bauklassen“ und „Gebäudetypologie“.

2.7.2.1. *Bauweise*

Allgemein versteht man unter dem Begriff Bauweise, die Art und Weise der Bebauung in einem Bau-
gebiet. Speziell für die Stadtplanung beschreibt die Bauweise die Anordnung von Gebäuden in Bezug
zur Liegenschaft. Die Bauweise ist städtebaulich für die Raumbildung von besonderer Bedeutung, da
sie Einfluss auf die Wohnungsorganisation und die Freiraumzuordnung hat¹⁵. Im Bebauungsplan wird
sie als offen oder geschlossen festgesetzt.

Für die vorliegende Arbeit ist die Bauweise in drei Hauptklassen gegliedert worden:

- Offene Bauweise
- Gekuppelte Bauweise
- Geschlossene Bauweise

Offene Bauweise

Im K-GplG von 1995 wurde im § 1 unter Abs. (2c) die Definition wie folgt beschrieben: „Offene
Bauweise bedeutet, dass Gebäude unter Einhaltung eines Abstandes zur Baugrundstücksgrenze errich-
tet werden“.

In der BO für Wien¹⁶ unter § 76 steht, dass die Gebäude freistehend in den im § 79 Abs. (3) festge-
setzten Mindestabständen von den Bauplatzgrenzen errichtet werden müssen.

Im § 68 der NÖ BO¹⁷ wurde festgelegt, dass alle Gebäude auf der für alle Grundstücke gleichen seitli-
chen Grundgrenze angebaut werden müssen, und auf der anderen Seite der Bauwich eingehalten wer-
den muss.

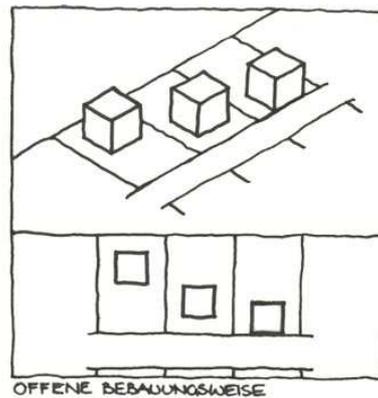
Im Allgemeinen steht die offene Bauweise für eine lockere ein- bis zweigeschossige Wohnbebauung
auf einem großen Grundstück in dörflicher oder kleinstädtischer Lage (vgl. KORDA IN KORDA, 2005,
S.96).

¹⁵ Quelle: URL: http://www.pt.rwth-aachen.de/dokumente/071022_stadtstrukturen_teil2.pdf

¹⁶ Quelle: URL: <http://www.baurecht.at/?r=REC0001060001170008484175> [Stand: 24.08.2011]

¹⁷ Quelle: URL: http://www.bauordnung.at/oesterreich/niederosterreich-/niederosterreich_bauordnung_-paragraph_70.php
[Stand: 24.08.2011]

Abb. 5 Offene Bauweise

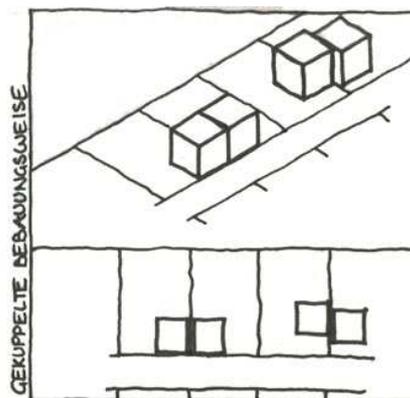
Quelle: Luxbau¹⁸

Gekuppelte Bauweise

In der gekuppelten Bauweise müssen die Gebäude auf zwei benachbarten Bauplätzen an der gemeinsamen Bauplatzgrenze aneinandergelagert und nach allen anderen Seiten freistehend errichtet werden. Die Errichtung freistehender Gebäude ist dann zulässig, wenn das örtliche Stadtbild nicht weiter gestört wird (BO Wien § 76 Abs. (3)).

§ 68 der NÖ BO¹⁹ schreibt vor, dass die Gebäude an einer gemeinsamen seitlichen Grundgrenze aneinandergelagert werden müssen. An der anderen seitlichen Grundstücksgrenze muss der Bauwuch eingehalten werden.

Abb. 6 Gekuppelte Bauweise

Quelle: Luxbau²⁰

¹⁸ Quelle: URL: http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege/bebauungsbestimmungen/bebauungsplan-einseitigoffene_bauweise.jpg, [Stand: 24.08.2011]

¹⁹ URL: http://www.bauordnung.at/oesterreich/niederoesterreich-niederoesterreich_bauordnung_paragraph_70.php [Stand: 24.08.2011]

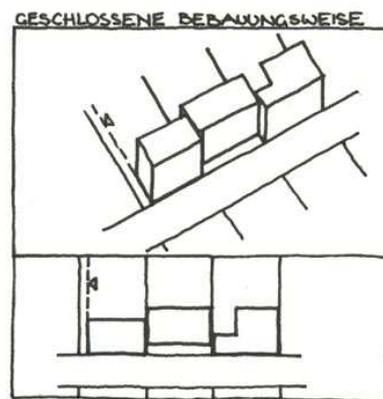
Geschlossene Bauweise

Geschlossene Bebauungsweise bedeutet, dass Gebäude an einer oder mehreren Grenzen des Baugrundstückes unmittelbar errichtet werden (K-GplG 1995 § 1 Abs. (2b)).

In der geschlossenen Bauweise müssen die Gebäude an Baulinien oder Verkehrsfluchtlinien, oder dort wo gegen die Verkehrsflächen Baufluchtlinien festgesetzt sind, an diesen von der einen seitlichen Bauplatzgrenze zu der anderen durchgehend errichtet werden. Die Behörde hat ein freiwilliges Zurückrücken einzelner Gebäudeteile hinter die Baulinie, Verkehrsfluchtlinie oder Baufluchtlinie dann zuzulassen, wenn hierdurch keine Beeinträchtigung des örtlichen Stadtbildes eintritt (BO für Wien²¹ § 76 Abs. (8)).

KORDA (2005, S.96) sieht die geschlossene Bauweise als „typisch innerstädtische Bauweise“ an, die „ein städtisches Erscheinungsbild vermittelt“.

Abb. 7 Geschlossene Bauweise



Quelle: Luxbau²²

²⁰ Quelle: http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege/bebauungsbestimmungen-/bebauungsplan/gekuppelte_bauweise.jpg [Stand: 24.08.2011]

²¹ Quelle: URL: <http://www.baurecht.at/?r=REC0001060001170008484175> [Stand: 24.08.2011]

²² Quelle: http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege-/bebauungsbestimmungen-/bebauungsplan/geschlossene_bauweise.jpg [Stand: 24.08.2011]

2.7.2.2. Bauklassen

In der NÖ BO aus dem Jahre 1996 wird unter § 70 Regelung der Bebauung unter Abs. (2) die Bauklassen in neun verschiedene Klassen eingeteilt. Die Bebauungshöhe ist die im Geltungsbereich der Bebauungsweisen nach Abs. 1 Z. 1 - 4 in Bauklassen festgelegte Gebäudehöhe.

Tab. 1 zeigt die verschiedenen Bauklassen mit festgelegter Gebäudehöhe.

Tab. 1 Bauklasse

| Bauklasse | Höhe |
|-----------|--------------------|
| I | bis 5 m |
| II | über 5 m bis 8 m |
| III | über 8 m bis 11 m |
| IV | über 11 m bis 14 m |
| V | über 14 m bis 17 m |
| VI | über 17 m bis 20 m |
| VII | über 20 m bis 23 m |
| VIII | über 23 m bis 25 m |
| IX | über 25 m |

2.7.2.3. Gebäudetypologie

Gebäudetypen, oder auch Haus-/Wohnformen wie KORDA (vgl. 2005, S.102-106) sie bezeichnet, sind für eine Analyse der räumlichen Stadtgestaltung notwendig. Außer den historischen Bauformen sind auch die jüngeren Baustrukturen zu berücksichtigen. Dazu systematisiert KORDA (ebd.) folgende Gebäudetypen:

Einfamilienhaus:

Freistehendes Einfamilienhaus, Doppelhäuser, Gartenhofhaus (Atriumhaus), Reihenhäuser, Kettenhaus (immer wiederkehrender Wechsel von zwei oder drei Baukörpern, z.B. Wohnteil und Garage)

Mehrfamilienhäuser - Formen des Geschosswohnungsbaus:

Freistehendes Vielwohnungshaus, freistehende Hochhäuser (Punkthäuser), Außenganghaus (Laubenganghaus), Innenganghaus

Sonderformen:

Terrassenhäuser am Hang, Wohnhügel, Wohntürme

Bei der vorliegenden Arbeit sind für die Klassifikation eines Wohngebäudes die wichtigsten und gängigsten Gebäudetypen verwendet, siehe Tab. 2:

Tab. 2 Gebäudetypologie

| Gebäudetyp | |
|-------------------|-----|
| Einfamilienhaus | EFH |
| Doppelhaus | DH |
| Reihenhaus | RH |
| Mehrfamilienhaus | MFH |
| Blockrandbebauung | BRB |
| Industrie/Gewerbe | IND |
| Hochhaus | HH |
| Nebengebäude | NG |

Jeder der oben genannten Gebäudetypen lässt sich einer Epoche der Stadtentwicklung zuordnen, welche bereits in Kapitel (2.3) ausführlich erläutert wurde. Den ältesten Gebäudetyp stellen die Blockrandbebauungen dar. Sie sind das Produkt der Industrialisierung und Gründerzeit im 19. Jhdt. und entstanden im urbanen Gebiet für die rasant anwachsende Bevölkerung.

In den 1920er Jahren ist der Gebäudetyp MFH aufgekommen. Das Merkmal an Mehrfamilienhäusern ist die Gebäudeform, da viele Gebäude in Scheiben- und Zeilenform gebaut wurden.

Das EFH reiht sich in die Periode der 1960er Jahre ein, genauso wie der Hochhausboom in den Kernstädten. LICHTENBERGER (2002, S.182) weist jedoch drauf hin, dass nach dem ersten Weltkrieg in Europas Großstädten vereinzelt derartige Objekte wie Hochhäuser entstanden sind. Die Hochhausentwicklung in Europa darf jedoch nicht mit der amerikanischen Wolkenkratzerentwicklung verglichen werden, dort wurde 1872 in Chicago das erste Haus mit sechs Stockwerken gebaut. Bereits in der Zwischenkriegszeit hat Nordamerika das „goldene Zeitalter“ erlebt und in New York entstanden Wolkenkratzer mit über 60 Stockwerken (vgl. ebd., S.182). Das erste Wohn-Hochhaus Österreichs mit 13 Stockwerken steht übrigens in Klagenfurt. Es wurde von der Stadtgemeinde gebaut, im Jahre 1955 an die Mieter übergeben und befindet sich heute noch dort (vgl. STADT KLAGENFURT²³). Dieses Hochhaus liegt jedoch außerhalb des Testgebietes.

Zum jüngsten Gebäudetyp wird das DH gezählt. Das DH ist heutzutage eine sehr beliebte Bebauungsform, um der Zersiedelung aufgrund der platzsparenden Bauart entgegen zu wirken und den Traum eines EFH aus Kostengründen vieler Menschen zu erfüllen.

²³ Quelle: URL: http://www.klagenfurt.at/klagenfurt-am-woerthersee-/wussten_sie.asp [Stand: 20.09.2011]

3. Methodische Entwicklung

Dieses Kapitel beinhaltet die methodische Entwicklung und beschreibt die Idee eines Regelsystems, mit der sich die Gebäudetypen ableiten lassen. Zu Beginn (Kapitel 3.1) werden die Parameter Gebäudehöhe und Gebäudefläche betrachtet und in weiterer Folge lassen sich durch die Kombination weiterer Parameterwerte Gebäudetypen einteilen. Diese Zusammenstellung der Parameterwerte ist für eine Klassifikation notwendig. Unter dem Begriff Klassifikation versteht man:

Eine Klassifikation²⁴ (Syn. Klassifizierung) ist eine systematische Zuordnung von Daten, Dingen oder Begriffen zu einer bestimmten Klasse, die einheitliche Eigenschaften aufweist. Ziel dabei ist es, gleiche Eigenschaften durch ein Muster zu ermitteln.

In den Unterpunkten des Kapitels 3.2 werden die Eigenschaften der sieben Gebäudetypen charakterisiert und bildhaft dargestellt.

3.1. Grundkonzept

Für das Grundkonzept eines Regelsystems werden zunächst die Parameter Gebäudehöhe und Gebäudefläche betrachtet. Eine Kombination der beiden Parameter erlaubt eine Ableitung in fünf verschiedene Klassen nach ähnlichen Attributen. Diese Grobeinteilung ist in Abb. 8 veranschaulicht.

Abb. 8 Kombination aus Gebäudehöhe und Gebäudefläche

| | | klein | groß | sehr groß | |
|-------------|---------|---------------|------|-----------|--|
| Gebäudehöhe | hoch | | | | |
| | mittel | | | | |
| | niedrig | | | | |
| | | Gebäudefläche | | | |

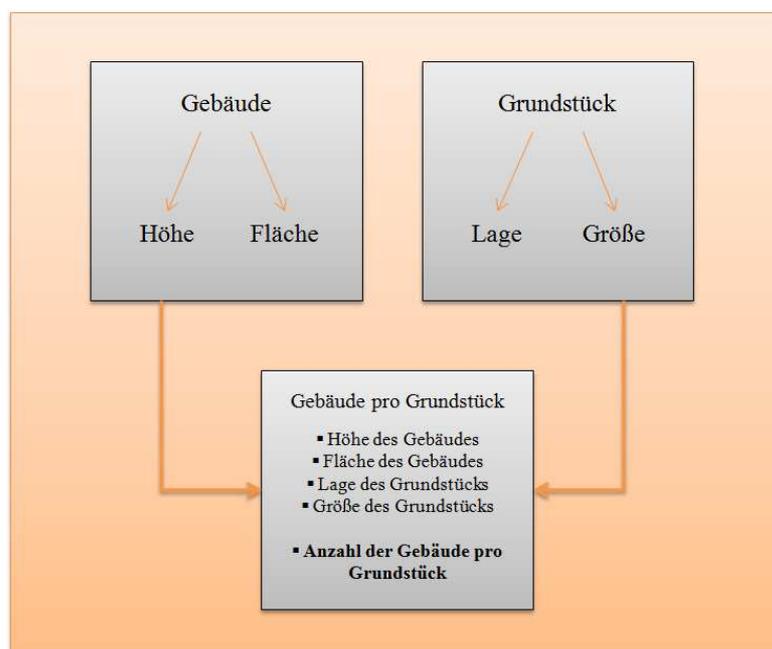
²⁴ Quelle: URL: <http://www.fe-lexikon.info/lexikon-k.htm#klassifikation> [Stand: 18.08.2011]

Aus dieser Kombination ergeben sich fünf relevante Klassen:

- niedrig und klein lässt auf ein EFH, DH oder RH rückschließen
- bei niedrig und groß ist im Normalfall ein MFH, könnte sich ebenfalls um ein EFH handeln
- bei niedrig und sehr groß sowie mittelhoch und sehr groß handelt es sich meistens um Industrie- und Gewerbehallen
- mittelhoch und groß entspricht den klassischen MFH
- die Kombination hoch und groß entspricht einem HH

Mit den zwei Parametern Höhe und Fläche können erste Annahmen zu einem Gebäudetyp getroffen werden. Jedoch fehlt ein entscheidender Parameterwert, und zwar die Lage des Gebäudes auf dem Grundstück. Mit Hilfe der Liegenschaftsgrenze, lässt sich die Lage eines Gebäudes erkennen und es kann auf die Anzahl der Gebäude pro Grundstück rückschließen. Mit der Anzahl der Gebäude pro Liegenschaft schränkt sich gleichzeitig auch die Auswahl des Gebäudetyps ein. Denn nur durch die Integration der Liegenschaftsgrenze lassen sich Gebäudetypen wie das Reihenhaus oder Doppelhaus erst differenzieren. Die Abb. 9 zeigt die Übersicht der Parameter, die für eine Klassifikation notwendig sind. Das Gebäude beinhaltet die Parameterwerte Höhe und Fläche, und das Grundstück weist die Parameterwerte Lage und Größe auf. Durch die Kombination von Gebäude und Grundstück erhöht sich der Informationsgehalt, der für das Regelsystem notwendig ist.

Abb. 9 Übersicht der Parameter



Aus der Kombination der in Abb. 9 genannten Parametern, kann eine Voreinteilung getroffen werden. Tab. 3 gibt einen Überblick über die verschiedenen Parameter der Gebäudetypen. Es zeigt sich, dass die angegebenen Parameter eine Unterscheidung der Gebäudetypen zulassen. Wenn man die Parameterwerte der einzelnen Gebäudetypen betrachtet, so könnten beispielsweise das EFH, DH oder RH ohne die Lage am Grundstück nicht differenziert werden, da die übrigen Parameterwerte ident sind. Die Lage ist in diesem Fall das entscheidende Parameter, welches Auskunft über den Gebäudetyp gibt.

Stellt man das MFH dem Gebäudetyp IND gegenüber, so erkennt man, dass beide Gebäudetypen dieselben Parameterwerte besitzen. In diesem Fall ist eine Unterscheidung dieser Gebäudetypen problematischer.

Eine wesentlich einfachere Differenzierung wäre beispielsweise zwischen einem EFH und einem MFH. Es unterscheidet sich vor allem durch die Gebäudefläche, Gebäudehöhe, aber auch der Anzahl der Gebäude pro Liegenschaft. Liegt der Fokus auf der Anzahl der Gebäude auf einem Grundstück, kann man ebenfalls auf einen Gebäudetyp rückschließen. Großteils befindet sich nur ein Gebäude auf einem Grundstück, wenn die Anzahl jedoch höher liegt, kann es sich nur noch um ein MFH oder Industrie- und Gewerbehallen handeln. Je mehr Parameterwerte in Betracht kommen, desto einfacher ist die Klassifikation von Gebäudetypen.

Tab. 3 Parameter der Gebäudetypen

| Gebäudetyp | Fläche | Höhe | Anzahl | Lage |
|-------------------|--------|-----------|----------------|-------------|
| Einfamilienhaus | klein | gering | eins | freistehend |
| Punkthochhaus | groß | sehr hoch | eins | freistehend |
| Mehrfamilienhaus | groß | mittel | mehr als eins | freistehend |
| Industrie/Gewerbe | groß | mittel | eins oder mehr | freistehend |
| Doppelhaus | klein | gering | eins | einseitig |
| Reihenhaus | klein | gering | eins | zweiseitig |
| Blockrandbebauung | groß | hoch | eins | zweiseitig |

3.2. Ableitung der Bauweise in Gebäudetypen

Eine Klassifikation erlaubt eine systematische Einteilung in verschiedene Gebäudetypen nach den Parameterwerten Fläche, Höhe, Anzahl und Lage. Eine Kombination der Parameter, wie sie bereits oben erwähnt wurden, lässt eine Voreinteilung der Bauweise in Gebäudetypen nach ähnlichen Attributen zu (siehe Tab. 4). Die Details zur Charakteristik der einzelnen Gebäudetypen je nach Bauweise finden sich nachfolgend.

Tab. 4 Einteilung der Bauweise in Gebäudetypen

| offen | | gekuppelt | geschlossen |
|-----------------|---------------------|------------|-------------------|
| klein | groß | Doppelhaus | |
| Einfamilienhaus | Hochhaus | | Reihenhaus |
| | Mehrfamilienhaus | | Blockrandbebauung |
| | Industrie / Gewerbe | | |

Zu der **offenen Bauweise** werden Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Hochhaus und Industrie-/ Gewerbegebäude gezählt.

3.2.1. Einfamilienhaus (EFH):

Grundsätzlich wird jedes Wohnhaus, das eine abgeschlossene Wohnung enthält, als EFH bezeichnet. Das wichtigste Kennzeichen ist die freizuhaltende Fläche gegen beide Nachbargrenzen. Einfamilienhäuser haben einen großen Baulandbedarf, wovon der Vorgarten und die seitlichen Grenzabstände nur einen geringen Wohnwert einbringen. Die Vorteile von EFH sind: Unabhängigkeit der Bewohner von ihren Nachbarn und die Himmelsrichtungslage des Grundstücks schränkt die Möglichkeit der Grundrissentwicklung kaum ein. Außerdem sind Garagen und Stellplätze auf dem Grundstück untergebracht (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.100-102).

Abb. 10 Einfamilienhaus

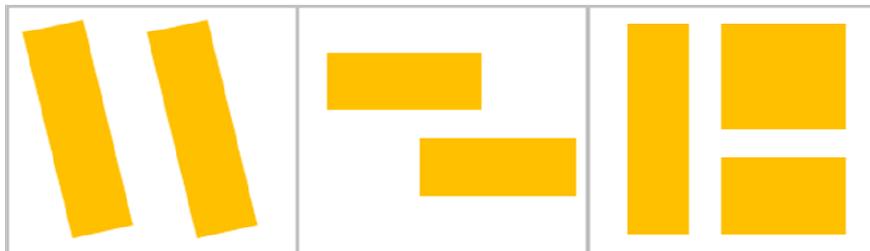


- ein freistehendes Gebäude je Grundstück
- geringe Gebäudefläche
- Abstand vom Gebäude zu der Liegenschaftsgrenze beträgt meist mehr als 3 m (das Gebäude kann aber auch an die Grundstücksgrenze angrenzen)
- geringe Gebäudehöhe
- hoher Grünflächenanteil
- kleine Grundstücksfläche

3.2.2. Mehrfamilienhaus (MFH):

Wenn ein Zugang mehrere Wohneinheiten erschließt, dann spricht man unabhängig von seiner Bauweise von einem MFH (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.100). Aufgrund der günstigen Finanzierbarkeit wird das MFH von vielen Bauherren bevorzugt. Der Ausrichtung der Wohnräume nach Süden, Südwesten bis Westen ist für den Wohnwert äußerst wichtig, demnach liegen die Eingänge optimal im Norden, Nordosten bis Osten (vgl. ebd., S.104).

Abb. 11 Mehrfamilienhaus



- zwei oder mehr freistehende Gebäude je Grundstück
- mittelgroße bis große Gebäudefläche
- mittlere Gebäudehöhe
- hoher Grünflächenanteil
- große Grundstücksfläche

3.2.3. Hochhaus (HH):

Ein HH ist ein Gebäude, wenn die Gebäudehöhe mehr als 22 m beträgt. Durch seine geringe Inanspruchnahme von Grund und Boden gewinnt das HH im Vergleich zu einer niedrigen Bauweise eine erhöhte Bedeutung, obwohl soziologisch betrachtet viele Gründe gegen ein Wohnen im HH sprechen. Interessen von wirtschaftlicher, ökologischer und gestalterischer Natur liegen daher miteinander in Konkurrenz (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.100).

Abb. 12 Hochhaus



- ein oder mehr freistehende Gebäude je Grundstück
- mittelgroße Gebäudefläche
- hohe Gebäudehöhe

3.2.4. Industrie- und Gewerbehallen (IND):

Industrie- und Gewerbehallen werden zu den Gebieten mit Sonderstrukturen gezählt (vgl. RAITH, 1998, S.12). Es handelt sich hierbei normalerweise um große Grundstücke, die stark versiegelt sind.

Abb. 13 Industrie- und Gewerbehallen



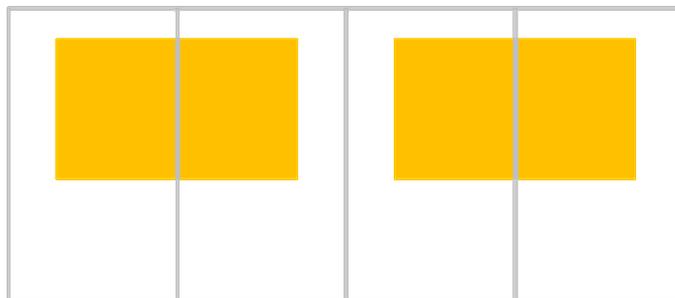
- ein oder mehr freistehende Gebäude je Grundstück
- große bis sehr große Gebäudefläche
- Abstand von Gebäude zu Liegenschaftsgrenze ist meist mehr als 3 m; das Gebäude kann aber auch an die Liegenschaftsgrenze angrenzen
- geringe bis mittlere Gebäudehöhe
- kein bis geringer Grünflächenanteil
- große Grundstücksfläche

Zu der **gekuppelten Bauweise** zählt in diesem Fall nur das Doppelhaus.

3.2.5. Doppelhaus (DH):

DH sind zwei selbstständige, aneinander gebaute Gebäude, die auf einen vorgegebenen Abstand zur Liegenschaftsgrenze vollständig verzichten. Jede Doppelhaushälfte verfügt über ein eigenes Erschließungselement (Zugang, Eingang, Treppenhaus [vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.102]).

Abb. 14 Doppelhaus



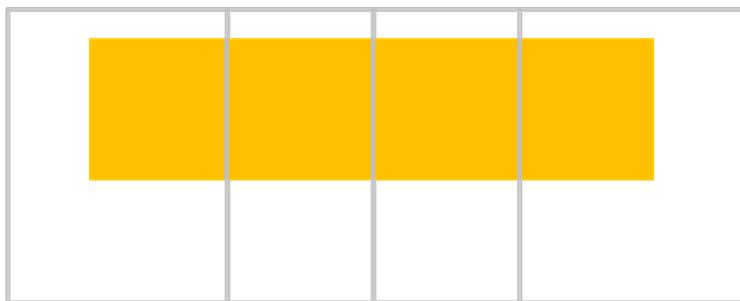
- ein Gebäude je Grundstück welches jedoch direkt benachbart mit einem Gebäude auf dem Nachbargrundstück ist
- es ist Teil eines Gebäudeobjekts, das aus zwei Zerschneidungsobjekten besteht
- kleine Gebäudefläche
- geringe Gebäudehöhe
- mittlerer Grünflächenanteil
- kleine Grundstücksfläche

Zu der **geschlossenen Bauweise** werden die Gebäudetypen Reihenhaus und Blockrandbebauung gezählt.

3.2.6. Reihenhaus (RH):

Das wichtigste Kennzeichen an einem RH sind Wand an Wand gebaute Einfamilienhäuser, meist spiegelgleiche Typen, gereiht in einer Zeile in Nord-Süd oder Nordwest-Südost Erstreckung. Der Baulandanspruch ist sehr gering, was mitunter zur gegenseitigen Störung führen kann (vgl. KORDA in KORDA, 2005, S.103).

Abb. 15 Reihenhaus



- ein Gebäude je Grundstück, welches jedoch direkt benachbart ist mit einem Gebäude auf dem Nachbargrundstück
- ist Teil eines Gebäudeobjekts, das aus mindestens drei Zerschneidungsobjekten besteht
- kleine Gebäudefläche
- geringe Gebäudehöhe
- mittlerer Grünflächenanteil
- kleine Grundstücksfläche
- Spezialform: Eckreihenhaus grenzt nicht an Liegenschaftsgrenze – zu einer Seite gibt es kein Nachbarhaus

3.2.7. Blockrandbebauung (BRB):

Mit dem Begriff Blockrandbebauung verbindet sich das Wort Baublock. Dieser beschreibt ein allseitig durch Erschließung oder Topographie begrenztes Areal. Das lässt den Rückschluss zu, dass eine Blockrandbebauung eine umschlossene Bebauung ist, die einen inneren und einen äußeren Freiraum trennt (vgl. HUSEMAYER und METZKER²⁵). Blockrandbebauungen sind eine typische Erscheinungsform von Altbauten in Großstädten zu Zeiten der Industrialisierung Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Da oftmals die Fassaden sehr ähnlich strukturiert sind, wurden sie teilweise von einem Architekten geplant. Ein Altbau in Blockrandbebauungen ist für gewöhnlich ein MFH mit drei bis sechs Stockwerken (vgl. IMHOFF²⁶).

Abb. 16 Blockrandbebauung



- ein Gebäude je Grundstück; jedoch direkt benachbart mit einem Gebäude auf dem Nachbargrundstück
- es ist Teil eines Gebäudeobjekts
- große Gebäudefläche
- mittlere bis hohe Gebäudehöhe
- kein bis geringer Grünflächenanteil
- große Grundstücke
- Gebäude liegt an Liegenschaftsgrenze und hat keine Vorgärten

²⁵ Quelle: Stadtmorphologisches Entwerfen. URL: http://www.siedeln.architektur.tu-darmstadt.de/eus/lehre_projekte_siedeln/pl_mehr_4.de.jsp [Stand: 15.09.2011]

²⁶ Quelle: URL: <http://www.stuck-und-dielen.de-/Blockrandbebauung.htm> [Stand: 15.09.2011]

4. Implementierung

Dieses Kapitel widmet sich der Implementierung des Regelsystems in einem GIS. Für die Implementierung ist das Programm ArcGIS 9.2 der Firma ESRI verwendet worden.

Zu Beginn wird das Testgebiet, ein Ausschnitt aus Klagenfurt, in Kapitel 4.1 vorgestellt, bevor die Ausgangsdaten für eine Klassifikation von Gebäudetypen in Absatz 4.2 beschrieben werden. Anschließend zeigt das Kapitel 4.3 die Datenaufbereitung von Orthofotos, Liegenschaftsgrenzen des Katasters und die Gebäude aus den LISA LB-Daten. Abschließend wird der Arbeitsablauf der Datensätze dargestellt, welche die Ausgangsbasis für die Klassifikation von Gebäudetypen liefern.

Im Kapitel 4.4 werden die Wertebereiche für das erwähnte Regelsystem definiert. Durch ein schrittweises Verfahren werden die Gebäude in eine Klasse eingeteilt. Drei Iterationsprozesse mit unterschiedlichen Parameterwerten werden hierfür angewendet.

Die Klassifikationsergebnisse der acht Gebäudetypen befinden sich im Kapitel 4.5. Eine Tabelle zeigt die Übersicht der einzelnen Gebäudetypen woraus sich bereits Strukturen erkennen lassen. Diese werden jedoch bildhaft in drei Abbildungen dargestellt, um die Unterschiede vom ersten bis zum dritten Iterationsprozess aufzuzeigen.

Kapitel 4.6 zeigt die Baublockstrukturen des Testgebiets und lässt Strukturtypen nach der Flächendominanz aufzeigen. Ein alternatives Regelsystem mit Veränderung der Parameter wird in Kapitel 4.7 vorgestellt.

Abschließend wird in Kapitel 4.8 die Genauigkeitsabschätzung der Ergebnisse aufgezeigt und weist auf die Richtigkeit der Klassifikation hin. Bestimmte Merkmale der einzelnen Gebäudetypen sind im Unterkapitel 4.8.1 in der Konfusionsmatrix aufgezeigt.

4.1. Testgebiet

Das Testgebiet für die Untersuchung ist Klagenfurt, Landeshauptstadt von Kärnten. Klagenfurt liegt zwischen den Karawanken und dem Wörthersee auf einer Seehöhe von ca. 450 m und erstreckt sich über das Klagenfurter Becken.

Geographische Breite: 46° 37' 30'' nördl. des Äquators

Geographische Länge: 14° 18' 30'' östl. von Greenwich

Die Fläche des Stadtgebietes beträgt 120,07 km² und hat eine Nord-Süd Ausdehnung von 14,8 km und eine Ost-West Ausdehnung von 15,6 km. Mit über 94.039 Einwohnern ist sie die größte Stadt Kärntens (vgl. STATISTISCHES JAHRBUCH KLAGENFURT, 2010).

Abb. 17 Übersichtskarte: Österreich mit Testgebiet

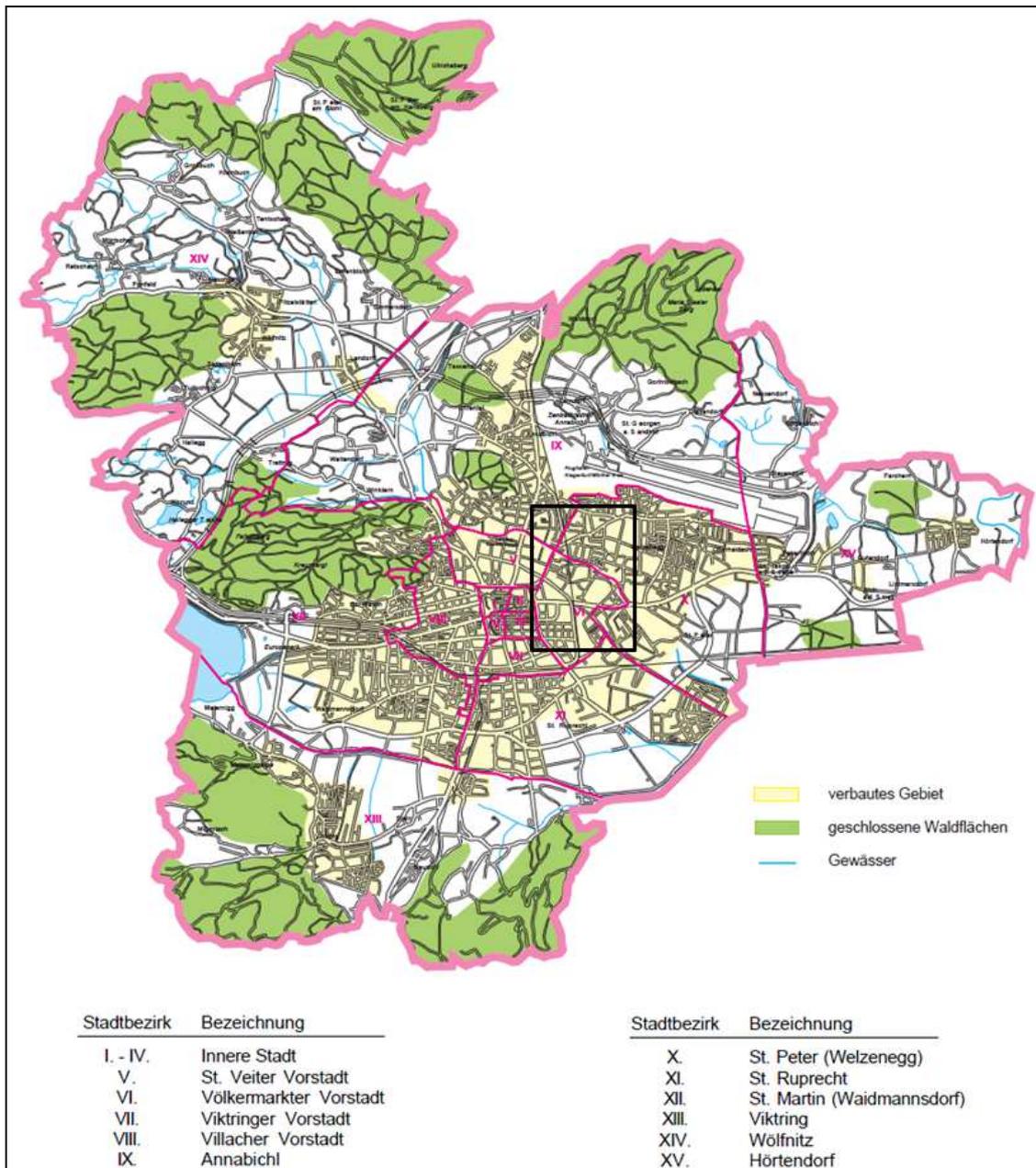
Quelle: Statistik Austria, GIS Daten der Universität Wien - IfGR, eigene Darstellung

Das Testgebiet umfasst ein Teilgebiet von Klagenfurt, welches sich über Bereiche der folgenden Bezirke erstreckt:

- III. Innere Stadt
- V. St. Veiter Vorstadt
- VI. Völkermarkter Vorstadt
- VII. Viktringer Vorstadt
- IX. Annabichl
- X. St. Peter (Welzenegg)
- XI. St. Ruprecht

Jener Bereich der in der Abb. 18 schwarz umrandet ist, entspricht dem Testgebiet für die vorliegende Arbeit. Von den insgesamt 19.085 Gebäuden (vgl. STATISTISCHES JAHRBUCH, 2010, S.226) in Klagenfurt, werden 2.093 Gebäude auf 2075 Grundstücken untersucht, was ungefähr 11% der Gesamtanzahl aller Gebäude entspricht.

Abb. 18 Stadtgebiet von Klagenfurt mit Bezirken und Testgebiet



Quelle: vgl. STATISTISCHES JAHRBUCH (2010), überarbeitete Darstellung

4.2. Daten

Die Daten des Testgebietes umfassen die LISA Landbedeckungsdaten und die DKM. Die aktuellen Orthofotos stehen für die visuelle Betrachtung zur Verfügung.

Abb. 19 Ausgangsdaten



4.2.1. LISA Landbedeckungsdaten

Österreich hat eine lange Tradition mit dem Einsatz von Landnutzungsinformationen aus Fernerkundungsdaten und kann eine Vielzahl an Kartierungen von Bodenbedeckung und Landnutzung aufweisen. Nicht nur in der öffentlichen Verwaltung, sondern auch in der Privatwirtschaft sind detaillierte GIS-Basisdaten für die Umsetzung vieler Aktivitäten notwendig. Die in Österreich vorliegenden Daten, die meist schon veraltet sind, entsprechen nicht den heutigen Anforderungen und man kann sie zudem auch nicht miteinander vergleichen.

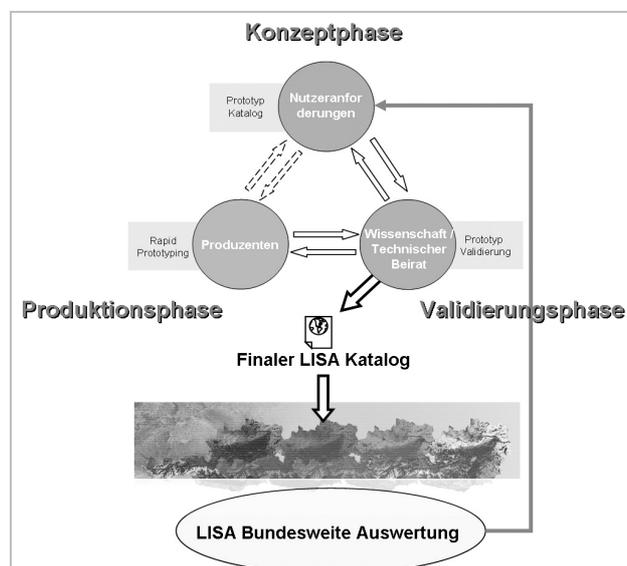
Aufgrund dieser veralteten Informationen wurde im Rahmen der Aktionslinie GMES (Global Monitoring for Environment and Security) das Projekt LISA initiiert. **Land Information System Austria (LISA)** ist ein neues, österreichisches Informations- und Monitoringsystem zur Erfassung von LB und LN. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf einer harmonisierten, aktuellen und geometrisch genauen Erfassung von Status und Veränderung der LB und LN (vgl. WEICHSELBAUM et al., 2009).

In weiterer Folge wird das Gesamtkonzept von LISA erklärt und wodurch sich die LISA Landbedeckungsdaten zusammensetzen.

4.2.1.1. Von der LISA Konzept- bis zur Implementierungsphase

Zu Beginn der LISA Konzeptphase stand eine Erhebung der Nutzerbedürfnisse, woraus ein Katalog von Anforderungen (Prototypkatalog) resultierte. Nach der Verifizierung durch einen unabhängigen wissenschaftlich-technischen Beirat erfolgte die Erstellung von Prototypen. In weiterer Folge wurden in der Produktionsphase in allen Bundesländern repräsentative Kartierungen erstellt wobei eine ISO 9000 Zertifizierung die Qualitätssicherung garantierte. Diese Resultate aus der Produktions- und Validierungsphase sind der Nutzergruppe vorgelegt und durch die Erkenntnisse der Nutzergruppen in einer zweiten Iteration in Form von Modifikationen am Prototyp beachtet worden. Dieses Gesamtkonzept wird in Abb. 20 veranschaulicht (vgl. STEINNOCHER et al. in SCHRENK et al., 2011, S. 708).

Abb. 20 Gesamtkonzept von LISA



Quelle: WEICHELBAUM et al. (2009)

Die Erstellung von LISA Landnutzungsdaten basiert auf aktuellen Orthofotos und Satellitenbilddaten, wobei die hohe räumliche Auflösung aus Orthofotos mit der thematischen Informationstiefe aus multispektralen Satellitenbilddaten kombiniert wird. Die Landbedeckung kann mit einer automatisierten Methode aus Erdbeobachtungsdaten gut erfasst werden, im Vergleich dazu ist die Landnutzung wesentlich aufwändiger zu kartieren, da sie als Ergebnis anthropogener Überprägung gilt (vgl. ebd., S.709).

Das LISA-Datenmodell zählt zu den objektorientierten Modellen, da ein einzelnes Landschaftsobjekt nicht einer einzigen thematischen Klasse zugewiesen wird, sondern zusätzlich mit deskriptiven Parametern versehen werden kann. Das Ergebnis ist ein Modell in einer Datenbank und nicht eine statische kartographische Beschreibung der Erdoberfläche. So wäre als Beispiel die multiskalare Be-

schreibung von Landnutzungsobjekten durch einzelne Landbedeckungstypen zu erwähnen. Siedlungsgebiete mit einheitlicher Wohnnutzung weisen eine Vielfalt von unterschiedlichen Landbedeckungen auf, die in ihrer Zusammensetzung aber variieren können.

Im Vergleich zum hierarchischen Datenmodell (CORINE Land Cover), welches sich im Wohngebiet auf eine bestimmte Bebauungsdichte beschränkt, können mit dem objektorientierten Ansatz tieferegehende Analysen und Beschreibungen von Zusammensetzung und räumlicher Struktur der Subobjekte, wie Versiegelungsgrad, mittlere Gebäudehöhe und Bauweisen erzielt werden. Laut STEINNOCHER et al. in SCHRENK et al. (2011, S.709) ermöglicht dies wiederum eine Zuweisung von Objekten zu flexiblen Objektklassen und erhöht die Kompatibilität und Interoperabilität mit anderen Datensätzen.

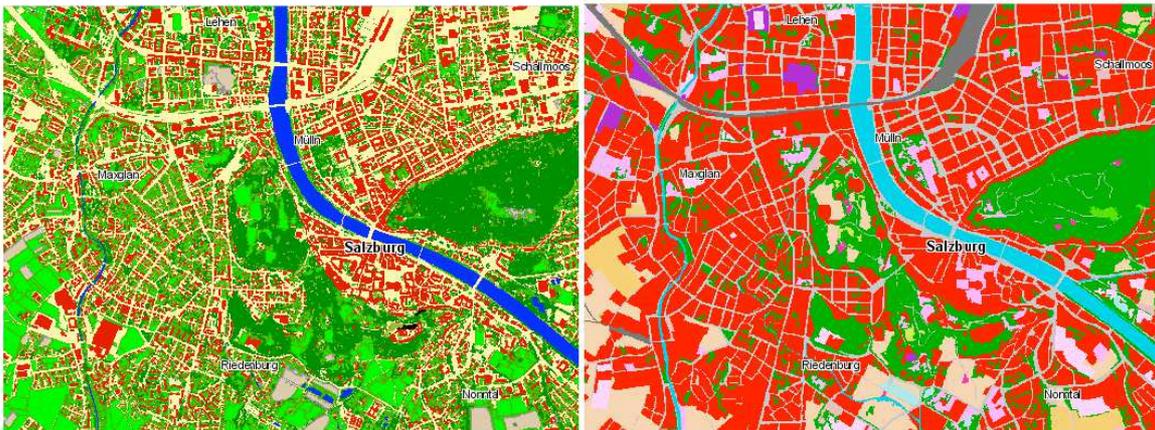
Das zentrale Ergebnis der LISA Konzeptphase ist ein Anforderungskatalog, der die aus Satelliten- und in-situ-Daten abzuleitenden Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen in Form eines Datenmodells beschreibt.

Das LISA Datenmodell charakterisiert sich durch:

- einen zweigestuften Kartierungsansatz (jeweils eigene Landbedeckung und Landnutzung),
- eine hohe Anzahl von thematischen Klassen (14 Klassen Landbedeckung und 25 Klassen Landnutzung),
- eine breite Palette von Objektattributen (12 Attribute Landbedeckung und 72 Attribute Landnutzung), und
- eine hohe thematische Genauigkeit.

Die Abb. 21 zeigt einen LISA Ergebnislayer von Salzburg mit einem Landbedeckungs- und einem Landnutzungsdatensatz.

Nach STEINNOCHER et al. in SCHRENK et al. (2011, S.711) hat die LISA Konzeptphase gezeigt, dass eine flächendeckende Implementierung möglich ist. Außerdem soll durch den LISA-Mehrwert die Implementierung ausgewählter Kerninformationsdienste wie z.B. die Erstellung von Raumplanungsindikatoren, die Abbildung von Infrastruktur- und Gebädefunktionalitäten sowie Anwendungen im Bereich der Naturgefahrenzonierung gezeigt werden.

Abb. 21 LISA Ergebnislayer für Salzburg: Landbedeckung (li.) und Landnutzung (re.)

Quelle: STEINNOCHER et al. in SCHRENK et al. (2011, S.711)

Für die vorliegende Arbeit werden aus den Prototypen der LISA Landbedeckungsdaten die Gebäude und die Grünflächen verwendet, die auf der Grundlage von aktuellen Orthofotos, Laserscanning-Daten (ALS) und Satellitenbilddaten erfasst worden sind.

4.2.2. Orthofoto

Die Orthofotos aus der 1. Iteration des LISA Projektes für den Bereich „Kärnten - Klagenfurt WestB“ weisen eine Auflösung von einem halben Meter auf, besitzen eine Farbtiefe von 8 Bit und liegen im TIFF-Format (Tagged Image File-Format, .tif) vor. Das Aufnahmedatum der Orthofotos ist der 21. Juli 2007. Der Gesamtbereich für Klagenfurt deckt einen Bereich von 32,5 km² ab.

Nicht nur digitale Orthofotos vom BEV, sondern auch ein beträchtlicher Teil an Geodaten in Österreich liegt als TIFF-Dateien vor. TIFF ist eines der bedeutendsten Formate für rasterbasierte Dateien und auch das gängigste Rasterformat im professionellen Druck (vgl. RIEDL, 2008, S.66).

4.2.3. Digitale Katastralmappe

Die DKM ist der grafische Datenbestand des Katasters im Koordinatensystem der Österreichischen Landesvermessung in digitaler Form in einem exakt definierten Format. Die DKM enthält alle Informationen der analogen Katastralmappe, wobei die Daten mit den Datenbanken des Katasters (Grundstücksdatenbank, Koordinatendatenbank) konsistent sind (vgl. BEV²⁷).

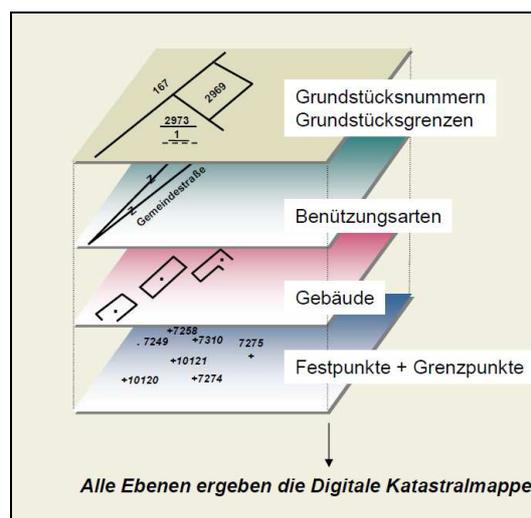
Die DKM entsteht durch Digitalisierung der Analogen Katastralmappe und Steigerung der Qualität durch Verwendung von

- Koordinatendatenbank (KDB)
- Teilungsplänen
- Luftbildinformation wie etwa Orthofoto sowie
- weiteren technischen Unterlagen (Lagepläne, Bestandspläne).

Die Erfassung erfolgt an interaktiven Arbeitsplätzen auf den verschiedenen Vermessungsämtern in ganz Österreich. Desweiteren ist die DKM vom Maßstab ausgabeunabhängig (vgl. BEV).

Jedoch werden für eine Weiterverarbeitung im Rahmen dieser Arbeit nur die Liegenschaftsgrenzen der DKM, auch Grundstücksgrenzen genannt, herangezogen.

Abb. 22 Aufbau der DKM



Quelle: BEV

²⁷ URL: http://www.bev.gv.at/portal/page?_dad=portal&_pageid=713,1603883&_schema=PORTAL [Stand: 25.08.2011]

Somit lassen sich aus der Kombination von Landbedeckungsdaten und Liegenschaftsgrenzen Bebauungsstrukturen ableiten. Während Parameter wie Grundrisse und Höhe aus den LISA Landbedeckungsdaten abgeleitet werden können, bedarf es für die Bestimmung der Bauweise von Häusern, von offener bis geschlossener Bebauung, eines methodischen Zugangs. Wie bereits in Kapitel 1.2 und 3.1 erwähnt, kann nur durch die Integration von Liegenschaftsgrenzen eine Differenzierung von angrenzenden Häusern, wie RH, DH oder BRB, erfolgen.

4.3. Datenaufbereitung

Die Aufbereitung der Datensätze erfolgt in ArcGIS. Von den LISA Landbedeckungsdaten werden die Gebäude und der Grünbewuchs verwendet. Alle Gebäude sind in der Attributtabelle unter der Spalte „LBTYP“ (=Landbedeckungstyp) mit dem Wert 1 versehen und entsprechen somit einem Gebäude. Für den Grünbewuchs ist die LBTYP mit dem Wert 12 gekennzeichnet. Im ersten Schritt sind mit der Funktion „select by attributes“ vom LISA Landbedeckungsdatensatz all jene Polygone selektiert worden, die in der Spalte LBID den Wert 1 haben. Eine Exportfunktion sichert alle selektierten Polygone in einem Shapefile mit dem Namen *LB_geb.shp* ab, das als Ausgangsbasis für die spätere Klassifikation dient. Selbiges Prozedere erfolgte mit dem Grünbewuchs.

Die Aufbereitung der Auswahl der sechs Orthofotos für den repräsentativen Teilbereich von Klagenfurt erfolgte zunächst mit dem Clip²⁸-Tool und deckt einen Gesamtbereich von 3,42 km² ab.

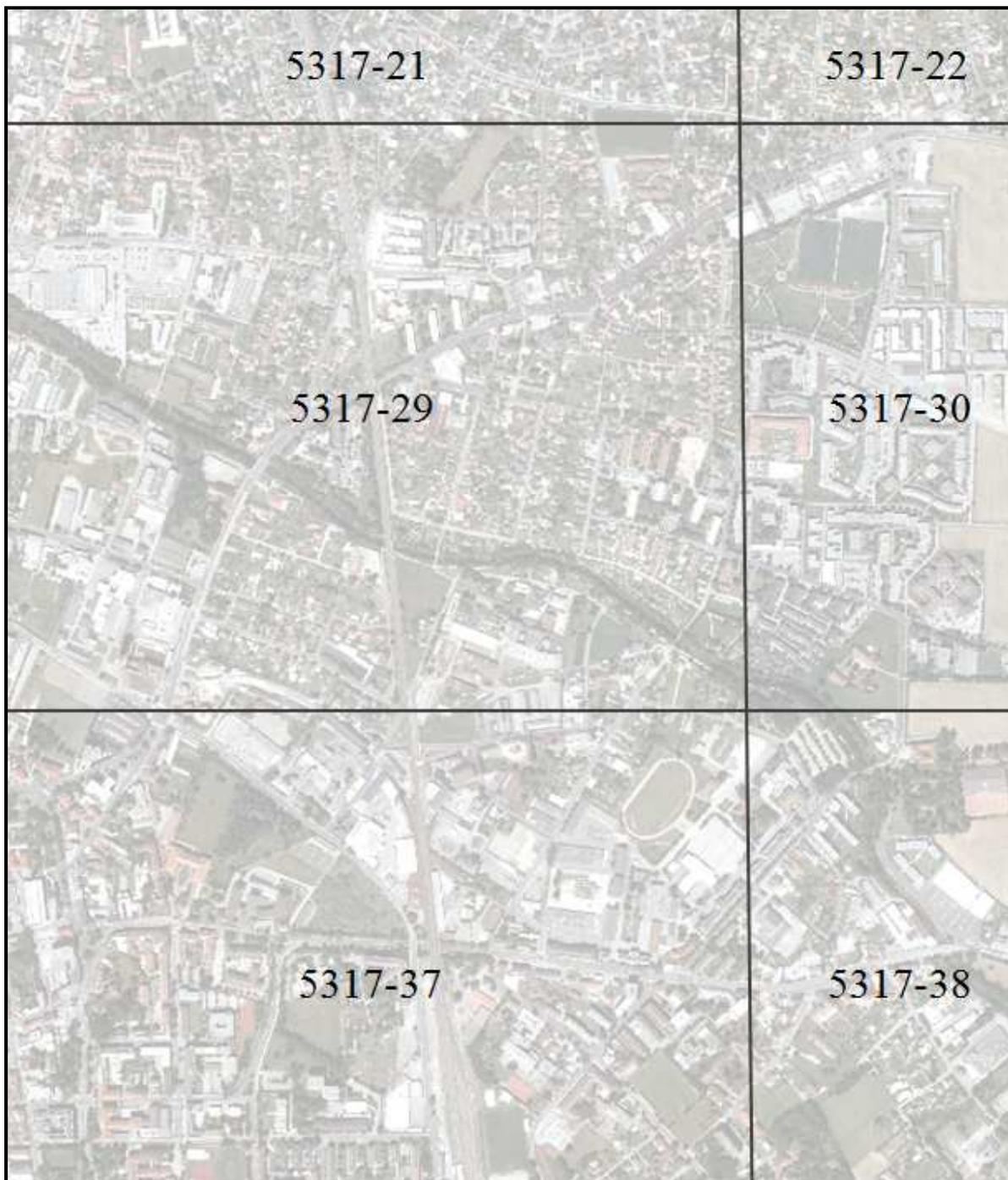
Die Tab. 5 zeigt eine Übersicht zu den Metadaten der Orthofotos. Für das Testgebiet stehen panchromatische Bilder und Farbbilder zur Verfügung, wobei als Referenz die Farbbilder zum Vorzug kamen. Die Abb. 23 zeigt eine Gesamtübersicht der Orthofotos vom Testgebiet, die mit einer Transparenz von 50% für eine bessere Lesbarkeit aufgehellt worden sind.

Tab. 5 Metadaten der Orthofotos

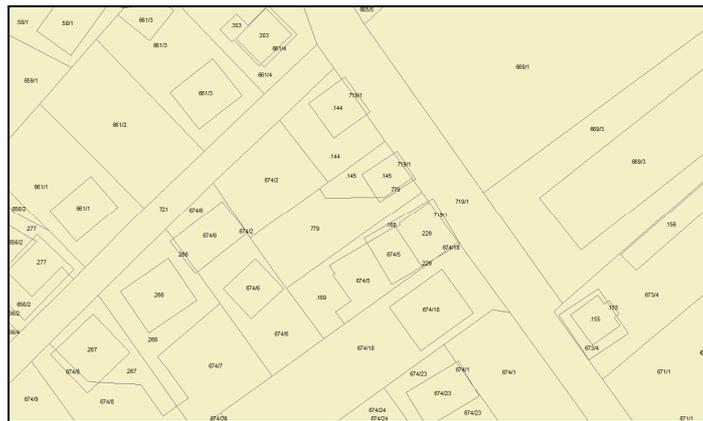
| Panchromatisch | Auflösung | Dateigröße | Farbbild | Auflösung | Dateigröße |
|--------------------------|-------------|------------|-------------------------------|-------------|------------|
| kae_rgb_5317-21_50cm.tif | 2500 x 400 | 1,10 MB | kae_rgb_5317-21_50cmfarbe.tif | 2500 x 400 | 3,28 MB |
| kae_rgb_5317-22_50cm.tif | 900 x 400 | 424 KB | kae_rgb_5317-22_50cmfarbe.tif | 900 x 400 | 1,23 MB |
| kae_rgb_5317-29_50cm.tif | 2500 x 2000 | 5,03 MB | kae_rgb_5317-29_50cmfarbe.tif | 2500 x 2000 | 15 MB |
| kae_rgb_5317-30_50cm.tif | 900 x 2000 | 1,88 MB | kae_rgb_5317-30_50cmfarbe.tif | 900 x 2000 | 5,63 MB |
| kae_rgb_5317-37_50cm.tif | 2500 x 1600 | 3,93 MB | kae_rgb_5317-37_50cmfarbe.tif | 2500 x 1600 | 11,7 MB |
| kae_rgb_5317-38_50cm.tif | 900 x 1600 | 1,47 MB | kae_rgb_5317-38_50cmfarbe.tif | 900 x 1600 | 4,40 MB |

²⁸ Clip-Tool (ArcGIS): Schneidet einen Teilbereich von Eingabedaten aus

Abb. 23 Übersicht der Orthofotos



Aus der DKM werden lediglich die Liegenschaftsgrenzen des Katasters für die Bestimmung der Bauweise herangezogen. Diese beinhalten diverse Informationen über das Grundstück, wie die Grundstücksfläche, Umfang des Grundstücks, Grundstücksnummer, Katastralgemeinde und viele mehr. Die folgende Abb. 24 zeigt einen Ausschnitt des Datensatzes aus der DKM mit teilweise redundanten Gebäuden, die im Zuge der Datenaufbereitung zu bereinigen sind, da die Geometrie der Daten nicht übereinstimmt.

Abb. 24 Rohdaten der Grundstücksgrenzen aus der DKM

Mit dem Eliminate-Tool²⁹ werden alle Gebäude aus dem Datensatz eliminiert und als Resultat stehen nur mehr die Liegenschaftsgrenzen zur Verfügung. Durch diesen Vorgang sind teilweise Grundstücke mit Straßenabschnitten miteinander verschmolzen, wie in Abb. 25 zu sehen ist. Die rot umrandete Linie stellt eine Straße (mit der Kennzeichnung 719/1) dar, die im Zuge des Eliminate-Tools mit zwei Grundstücken vereinigt wurde. Dies kann nur dann passieren, wenn ein Gebäude mit der längsten, gemeinsamsten Seite direkt an der Grundstücksgrenze liegt.

Abb. 25 Verschmelzen der Polygone

Mit dem Befehl „cut polygon“ werden im nächsten Schritt die Grundstücke von der Straße getrennt und dem Grundstück muss die ursprüngliche ID wieder gegeben werden. Dabei wird entlang der Grundstücksgrenze, die als graue Linie in obiger Abbildung zu sehen ist (siehe schwarzer Pfeil), zur

²⁹ Eliminate-Tool (ArcGIS): Vereint die selektierten Polygone mit benachbarten Polygonen entlang der längsten gemeinsamen Grenze oder Fläche

Straße das Polygon zerschnitten und folglich von der Straße getrennt. In der Attributtabelle weist das Grundstück noch die ID der Straße auf und muss manuell geändert werden.

Abb. 26 repräsentiert die Grundlage des Datensatzes; in hellgrün die aufbereiteten Liegenschaftsgrenzen mit Grundstücksnummer, die rosafarbenen Polygone stellen die Gebäude aus dem LISA LB-Datensatz dar. Im Hintergrund ist das Orthofoto mit einer Transparenz von 50% zu sehen.

Abb. 26 Grundlage des Datensatzes



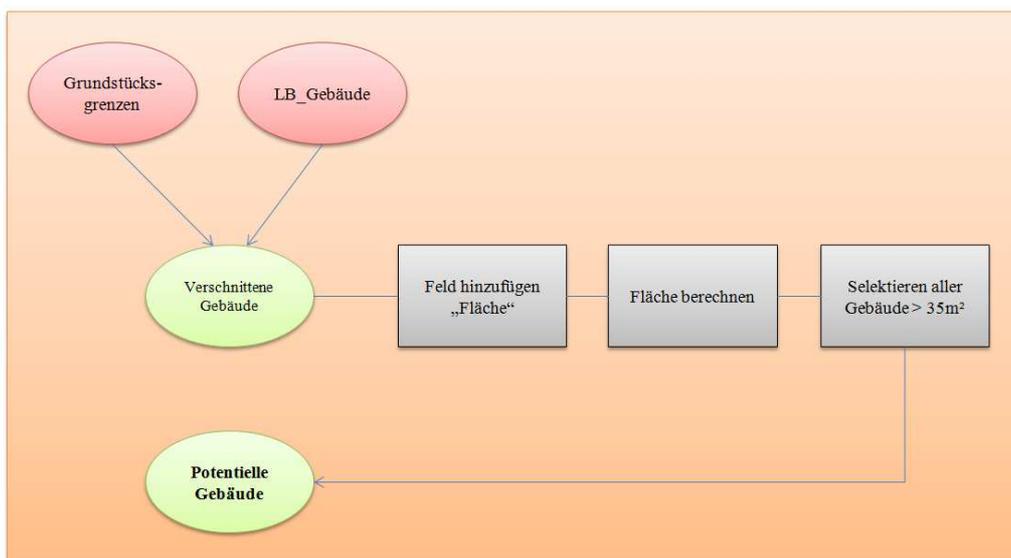
Die beiden Datensätze (Polygone), die als getrennte Shapefiles in ArcGIS vorliegen, dienen als Grundlage für die Berechnung potentieller Gebäude. Durch die Verschneidung der Grundstücksgrenzen mit den Gebäuden der LISA LB, erhält man die Informationen beider Datensätze in einem File. Dadurch bekommt die Attributtabelle automatisch eine Spalte mit dem Namen „Join_Count“, der auf die Anzahl der Polygone die sich im Zuge der Verschneidung innerhalb der Grundstücksgrenze befinden, rückschließen lässt. Durch diesen „Join_Count“ ist das Ableiten der Lage bzw. der Anzahl der Gebäude pro Grundstück möglich. Wenn sich ein Gebäude innerhalb des Grundstückes befindet und mit keiner Liegenschaftsgrenze in Berührung kommt, so erhält die Attributtabelle automatisch den Wert 1. Befindet sich das Gebäude aber direkt an der Liegenschaftsgrenze zu einem anderen Gebäude, erhalten beide Polygone den Wert 2, durch das Teilen einer gemeinsamen Liegenschaftsgrenze. Wenn sich ein Polygon über eine größere Fläche erstreckt und im Zuge der Verschneidung mit der Liegenschaftsgrenze in viele kleine Polygone zerfällt, so erhält die Spalte „Join_Count“ der Attributtabelle einen Wert der höher als 2 ist. Dieser Wert ist ein Indiz für ein RH oder ein BRB, da sich an beiden Grundstücksgrenzen jeweils ein Gebäude befindet. Abb. 27 zeigt den Ausschnitt der Attributtabelle mit den einzelnen Parameterwerten. Beispielsweise zeigt Polygon FID 1251 einen „Join_Count“ von 8 an. Dieser Wert weist auf ein Objekt hin, welches sich in 8 Einzelobjekte teilt.

Abb. 27 Darstellung der Attributtabelle im ArcGIS

| FID | Shape | Join_Count | LBID | LBTyp | Gebäudehöhe | Grundstücksfläche | Gebäudefläche | Grünflächenanteil | it_1 | it_2 | it_3 |
|------|---------|------------|-------|-------|-------------|-------------------|---------------|-------------------|------|------|------|
| 1232 | Polygon | 7 | 10994 | 1 | 5.8 | 235.13499 | 108.710582 | 38.415894 | 3 | 3 | 3 |
| 1233 | Polygon | 2 | 11204 | 1 | 3.6 | 792.755 | 136.740554 | 64.515775 | 0 | 2 | 2 |
| 1234 | Polygon | 2 | 11204 | 1 | 3.6 | 808.90802 | 122.5906 | 72.304473 | 0 | 0 | 1 |
| 1235 | Polygon | 1 | 11016 | 1 | 3.8 | 1080.5 | 754.896527 | 16.654921 | 0 | 0 | 6 |
| 1236 | Polygon | 1 | 11213 | 1 | 3.1 | 3093.5801 | 151.048803 | 19.304312 | 0 | 0 | 6 |
| 1237 | Polygon | 2 | 11296 | 1 | 5.8 | 245.22 | 53.205551 | 21.134256 | 2 | 2 | 2 |
| 1238 | Polygon | 2 | 11296 | 1 | 5.8 | 247.63699 | 43.363407 | 52.650119 | 2 | 2 | 2 |
| 1239 | Polygon | 1 | 11302 | 1 | 2.2 | 198.394 | 37.475624 | 0 | 8 | 8 | 8 |
| 1240 | Polygon | 1 | 11321 | 1 | 4.7 | 313.539 | 61.69355 | 65.097488 | 1 | 1 | 1 |
| 1241 | Polygon | 1 | 11080 | 1 | 13.6 | 13304.8 | 745.702881 | 31.197021 | 4 | 4 | 4 |
| 1242 | Polygon | 1 | 11338 | 1 | 2.5 | 230.798 | 43.175095 | 42.595057 | 8 | 8 | 8 |
| 1243 | Polygon | 1 | 11312 | 1 | 11 | 7750.0601 | 286.720163 | 27.308651 | 4 | 4 | 4 |
| 1244 | Polygon | 1 | 11380 | 1 | 2.6 | 1237.55 | 62.496624 | 44.718981 | 8 | 8 | 8 |
| 1245 | Polygon | 2 | 11051 | 1 | 8.7 | 3093.5801 | 1240.327077 | 19.304312 | 6 | 6 | 6 |
| 1246 | Polygon | 2 | 11051 | 1 | 8.7 | 1116.87 | 236.640628 | 40.397972 | 0 | 4 | 4 |
| 1247 | Polygon | 2 | 11304 | 1 | 4.2 | 769.01099 | 97.437674 | 51.248865 | 0 | 2 | 2 |
| 1248 | Polygon | 2 | 11304 | 1 | 4.2 | 1174.05 | 268.647879 | 39.541931 | 0 | 0 | 1 |
| 1249 | Polygon | 2 | 11410 | 1 | 5 | 240.02299 | 68.127497 | 30.987584 | 2 | 2 | 2 |
| 1250 | Polygon | 2 | 11410 | 1 | 5 | 232.60699 | 65.912415 | 41.700003 | 2 | 2 | 2 |
| 1251 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 354.897 | 41.539797 | 67.981687 | 3 | 3 | 3 |
| 1252 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 215.12801 | 45.941683 | 24.794552 | 3 | 3 | 3 |
| 1253 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 209.784 | 49.519041 | 24.130344 | 3 | 3 | 3 |
| 1254 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 198.394 | 58.374309 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 1255 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 293.49399 | 44.670957 | 26.861633 | 3 | 3 | 3 |
| 1256 | Polygon | 8 | 11114 | 1 | 5.9 | 206.87399 | 51.213064 | 22.283902 | 3 | 3 | 3 |
| 1257 | Polygon | 0 | 11114 | 1 | 5.9 | 204.949 | 47.613651 | 16.649041 | 2 | 2 | 2 |

Mit dem Hinzufügen eines neuen Feldes und der Flächenberechnung³⁰ in der Attributtabelle werden alle Gebäude, die größer als 35 m² sind, selektiert und in ein neues Shapefile exportiert. Gebäude die eine Fläche von kleiner als 35 m² aufweisen, werden aus dem Datensatz eliminiert, da sie für eine Klassifikation von Gebäudetypen keine Relevanz haben. Dieser Arbeitsablauf ist schematisch in Abb. 28 dargestellt.

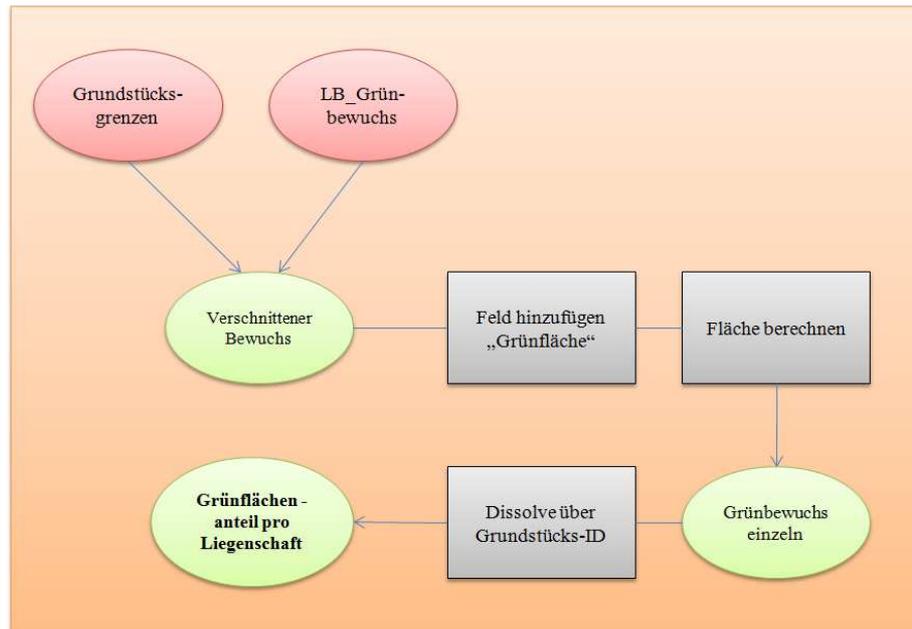
Abb. 28 Berechnung potentieller Gebäude



³⁰ Flächenberechnung mit Calculate geometry in der AttributTab.

Dieselbe Anwendung findet auch für den Grünbewuchs der LISA LB statt, siehe Abb. 29. Da oftmals die Grünflächen am Grundstück durch versiegelte Flächen durchtrennt werden, bedarf es in ArcGIS einer Dissolve-Funktion³¹. Dadurch ist eine Aggregation der einzelnen Grünflächen pro Grundstück über die Grundstücks-ID möglich, damit der Grünbewuchs gesamt pro Liegenschaft ausgewiesen wird.

Abb. 29 Berechnung Grünflächenanteil

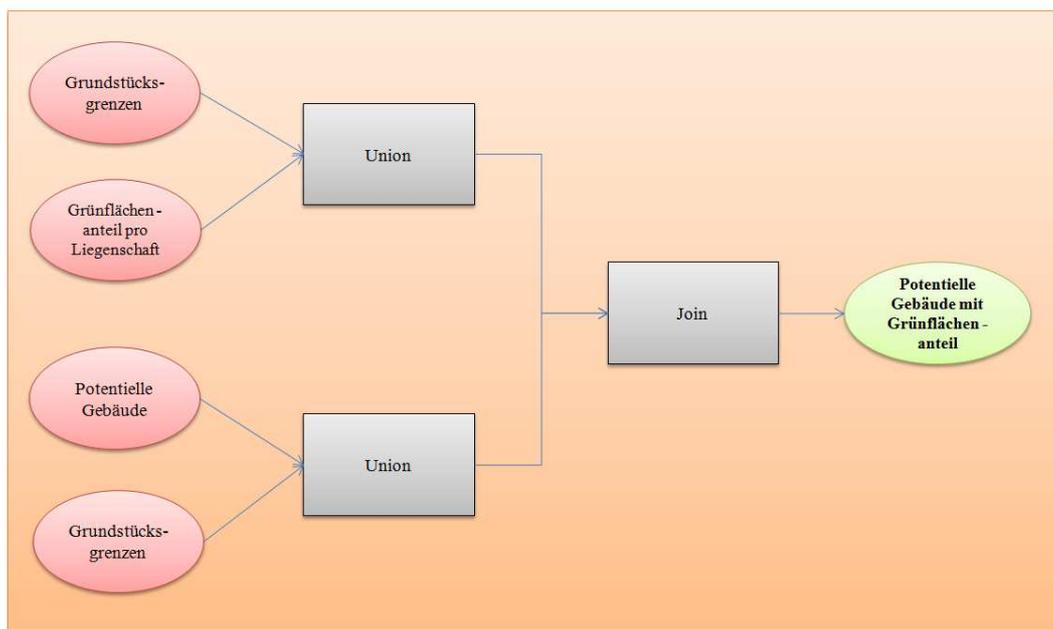


Der nächste Schritt vereint³² die Grundstücksgrenzen mit dem Grünflächenanteil gesamt pro Liegenschaft sowie die Grundstücksgrenzen mit den potentiellen Gebäuden. Ziel dabei ist, dass alle Objekte innerhalb einer Liegenschaft dieselbe ID aufweisen. Auf diesem Weg können durch eine Join-Funktion die Attributtabelle miteinander verknüpft werden, was somit als Ausgangsbasis einer Klassifikation mit den potentiellen Gebäuden mit Grünflächenanteil dient (siehe Abb. 30).

³¹ Dissolve-Funktion (ArcGIS): Aggregiert Features die auf bestimmten Attribute basieren

³² Union (ArcGIS): Berechnet einen geometrische Vereinigung der Input Features. Alle Features werden in die output feature class mit den Attributen der überlappenden Input Features geschrieben.

Abb. 30 Ausgangsdaten für Klassifikation



Nach dieser Berechnung stehen nun alle Informationen bezüglich Gebäude und Grundstück gemeinsam für eine Klassifikation in der Attributtabelle zur Verfügung.

4.4. Anwendung des Regelsystems

Für die Anwendung des Regelsystems werden die Wertebereiche Gebäudehöhe, Gebäudefläche, Grundstücksgröße, Lage und Grünflächenanteil für einzelne Klassen festgelegt. Diese Einteilung der Parameter soll eine erstmalige Ableitung von Bebauungsstrukturen aufzeigen.

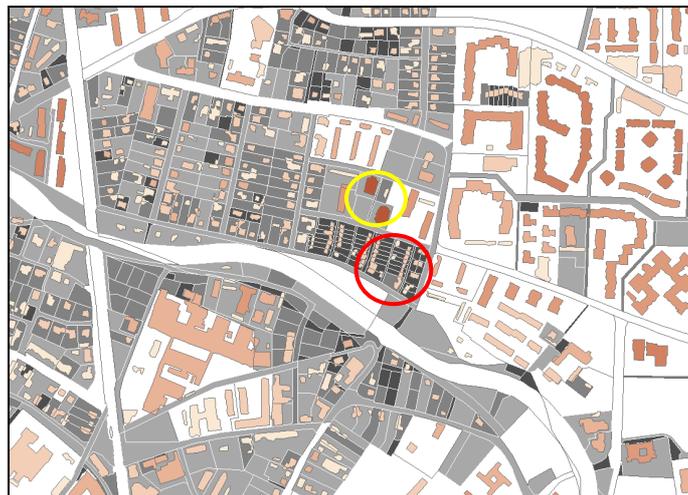
Die Gebäudehöhe ist in drei Gruppen gegliedert und an die Bauklasse angelehnt (siehe Kapitel 2.7.2.2).

Gebäudehöhe:

- niedrig: bis 11 m
- mittel: über 11 m bis 20 m
- hoch: über 20 m

Zu den niedrigen Gebäuden werden EFH, DH, RH, IND und teilweise auch MFH gezählt. Eine mittlere Gebäudehöhe schließt am wahrscheinlichsten auf ein MFH, BRB, aber auch auf IND zurück. Zu der hohen Gebäudehöhe werden nur die HH gezählt, die eine Mindesthöhe von über 20 m aufweisen.

Abb. 31 Differenzierung Gebäudehöhe (Teilausschnitt)



In Abb. 31 ist ein Ausschnitt zu sehen, der aufgrund der Gebäudehöhe einzelne Strukturen markant hervorhebt. Je dunkler der braune Farbton ist, desto höher sind die Gebäude. Der rot umrandete Kreis zeigt Häuser, die eine Gebäudehöhe von unter 11 m besitzen. Der gelbe Farbkreis hingegen markiert zwei hohe Gebäude, welche aufgrund der Gebäudehöhe von über 20 m nur HH entsprechen können.

Die Liegenschaften sind ebenfalls in diverse Farbtöne eingeteilt. Je größer die Grundstücke, desto heller ist der auch der Farbton, sehr große Liegenschaften sind in weiß hinterlegt. Zu großen Gebäuden werden vor allem der Gebäudetyp MFH, BRB und IND gezählt.

Ähnlich wie die Gebäudehöhe wird auch die Gebäudefläche in Klassen unterteilt. Kleine Gebäudeflächen beginnen bei 45 m², mittelgroße Gebäudeflächen liegen zwischen 200 m² und 500 m² und von großen Gebäudeflächen spricht man ab 500 m². Ab einer Fläche von über 1000 m² werden diese zu sehr großen Gebäudeflächen gezählt. Auch in Abb. 32 sind bereits erste Muster von Bebauungsstrukturen erkennbar. Die roten Kreise weisen auf sehr große Gebäudeflächen hin - entweder IND oder MFH.

Beide Abbildungen (auf Seite - 60 - und - 61 -) geben eine erste Erkenntnis über Muster von Bebauungsstrukturen, die eine weitere Einteilung mit genauen Parametern erleichtern.

Die Einteilung der Gebäudefläche in die vier Klassen ist auf Basis des Orthofotos empirisch erhoben worden, ebenso wie Parameterwerte der Grundstücksgröße und Grünflächenanteil.

Gebäudefläche:

- klein: 45 m² bis 200 m²
- mittel: 200 m² bis 500 m²
- groß: 500 m² bis 1000 m²
- sehr groß: über 1000 m²

Abb. 32 Differenzierung Gebäudefläche (Teilausschnitt)



Grundstücksgröße:

- klein: kleiner als 550 m²
- mittel: kleiner als 2000 m²
- groß: über 2000 m²

Grünflächenanteil:

- gering: unter 15%
- mittel: zwischen 15% und 25%
- hoch: über 25%

Die LISA LB-Daten verfügen über drei verschiedene Gruppen von verholzten Flächen, bestockte Flächen, Gebüsch und Grünbewuchs. Unter dem Begriff bestockte Fläche werden innerhalb von LISA sämtliche mit verholzten Pflanzen (Bäume oder Gebüsch) bestockte Flächen definiert. Sie können aus Einzelbäumen, Baumgruppen oder zusammenhängende Waldbeständen bestehen.

Als Gebüsch charakterisieren sich nach dem LISA Datenmodell vor allem Krummholzbestände (z.B. Latschen), sowie von Büschen und Sträuchern (z.B. Hecken) bewachsene Flächen.

An dieser Stelle darf angemerkt werden, dass die beiden Landbedeckungen „bestockte Fläche“ und „Gebüsch“ zu den verholzten Flächen zählen. Im Unterschied dazu gehört Grünbewuchs zu den nicht verholzten Flächen. Dieser charakterisiert sich durch sämtliche mit sichtbar niedriger Vegetation wie Gras und Krautvegetation bedeckte Flächen. In der Klasse Grünbewuchs ist im Zuge der Klassifikation der Landbedeckungsklassen von LISA anzumerken, dass man nur jene Objekte erfasst, die eine räumliche Einheit bilden. Flächen mit Grünbewuchs können aneinander angrenzen und trotzdem werden sie räumlich differenziert. Darunter fallen natürliche Wiesen, Wirtschaftsgrünland, Parkanlagen, Rasenflächen in Hausgärten und Grünbegleitstreifen (vgl. BANKO et al., 2010, S.39-45).

Für die Klassifikation wird unter all den verschiedenen Arten der genannten Grünflächen nur der Grünbewuchs für die Berechnung des Grünflächenanteils herangezogen, da dieser den größten Anteil pro Grundstück einnimmt und Rasenflächen in Hausgärten zu dieser Gruppe zählen.

4.4.1. Erster Iterationsprozess

Für eine Klassifikation von Gebäudetypen wird durch ein schrittweises Verfahren die Zugehörigkeit zu einer Klasse eingeschränkt. Dieses Prozedere, auch Iterationsprozess genannt, besteht aus einer wiederholten Anwendung der Parameter und führt systematisch zu einer Einteilung der Gebäude in einzelne Typen. Jene Gebäude, die im ersten Iterationsprozess keine Zugehörigkeit gefunden haben, werden als Ausgangsobjekte für den zweiten bzw. dritten Iterationsprozess verwendet. Ziel ist, nach drei Iterationsschleifen ein Maximum der Gebäude zu klassifizieren und einem Gebäudetyp (EFH, DH, RH, MFH, BRB, IND, HH und NG) zuzuweisen.

Der Wertebereich der einzelnen Parameter ist für den ersten Iterationsprozess eng definiert worden, da man von einem klassischen Gebäudetyp ausgeht, der der Norm entsprechen sollte. Tab. 6 zeigt eine Übersicht der Parameterwerte Gebäudefläche, Grundstücksfläche, Höhe, Lage der Gebäude und Grünflächenanteil. Flächenwerte sind in m², Höhenwerte in m und Grünflächenanteil in % angegeben. Die Ausprägungen der einzelnen Parameter für jeden Gebäudetyp sind im Zuge der Recherche und Bearbeitung der Daten entstanden und gelten somit als Erfahrungswerte.

Tab. 6 Parameter des ersten Iterationsprozesses

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|---------------|-------------------|---------------|------|-------------------|
| EFH | < 500 | < 2000 | >= 3 und < 11 | 1 | - |
| DH | < 175 | < 550 | >= 5 und < 11 | 2 | >= 15 |
| RH | < 175 | < 550 | >= 5 und < 11 | > 3 | > 15 |
| MFH | >= 125 | >= 2000 | >= 8 und < 20 | - | - |
| BRB | < 2000 | >= 125 und < 2000 | >= 8 und < 20 | >= 3 | - |
| IND | >= 1000 | >= 2000 | < 10 | - | - |
| HH | - | - | >= 20 | - | - |
| NG | < 125 | - | < 3 | - | - |

Nur eine Kombination aller fünf Parameter ermöglicht eine Klassifikation in eine der acht Gebäudetypen. Der Iterationsprozess beginnt mit dem ersten Gebäudetyp, dem EFH. Seine Gebäudefläche ist kleiner als 500 m², das Grundstück selbst weist eine Fläche von kleiner als 2000 m² auf, das Gebäude ist höher gleich 3 m und kleiner als 11 m. Ein Bungalow, ein eingeschossiges Haus, wird aufgrund der 3 m Höhengrenze des EFH nicht als EFH ausgewiesen, sondern lässt sich meist dem Gebäudetyp NG zuweisen. EFH sind in der Regel ein- bis zweistöckig, daraus folgt, dass ein EFH aufgrund seiner Raumhöhe von ca. 2,10 m bei zwei weiteren Etagen und Dach nicht über 11 m hoch sein sollte. Die Lage eines EFH ist freistehend und in der Regel befindet sich nur ein Gebäude auf dem Grundstück. Aus diesem Grund erhält die Spalte Lage den Wert 1, da im Zuge der Datenaufbereitung bei der Ver-

schneidung der beiden Datensätze Gebäude und Liegenschaftsgrenzen in der Attributtabelle die Spalte „Join_Count“ automatisch den Wert 1 aufweist (wie bereits in Kapitel 4.2.3 erklärt).

Der zweite Gebäudetyp ist das DH. Es definiert sich durch eine Gebäudefläche von kleiner als 175 m², die Grundstücksfläche ist nicht größer als 550 m², das Gebäude muss höher als 5 m und niedriger als 11 m sein. Ein DH teilt sich eine gemeinsame Liegenschaftsgrenze mit einem weiteren DH und weist in der Attributtabelle den Wert 2 auf. Der Grünflächenanteil ist in Relation zur Grundstücksfläche eher gering und daher mit einem Anteil von 15% definiert.

Dieselbe Voraussetzung gilt jedoch auch für Gebäudetyp RH, unterscheidet sich aber durch die Lage des Gebäudes. Ein DH weist eine einseitige Lage auf, d.h. dass ein Gebäude durch eine Grundstücksgrenze getrennt wird und daher direkt benachbart mit einem Gebäude auf dem Nachbargrundstück ist. DH weisen spiegelverkehrte Flächen auf. Im Vergleich dazu zählt das RH zu einer zweiseitigen Lage und grenzt beidseitig an die Liegenschaftsgrenze und an das Nachbargebäude, daher ist die Lage mit einem Wert von größer 3 definiert. Ausnahme hier ist jedoch das Eckreihenhaus, dieses besitzt wie das DH eine einseitige Lage, hat aber im Vergleich zu den anderen RH einen wesentlich größeren Garten. Aber auch das Eckreihenhaus erhält in der Attributtabelle der Spalte Join_Count denselben Wert wie ein anderes RH, da es Teil eines Komplexes ist und vor der Verschneidung einem Polygon angehörte.

Das MFH ist im Vergleich zu den bisher erwähnten Gebäudetypen von der Grundstücks- und Gebäudefläche wesentlich größer, da es für mehrere Familien konzipiert ist. Erfahrungsgemäß sind MFH mehrgeschossig und weisen eine Höhe zwischen 8 m und 20 m auf.

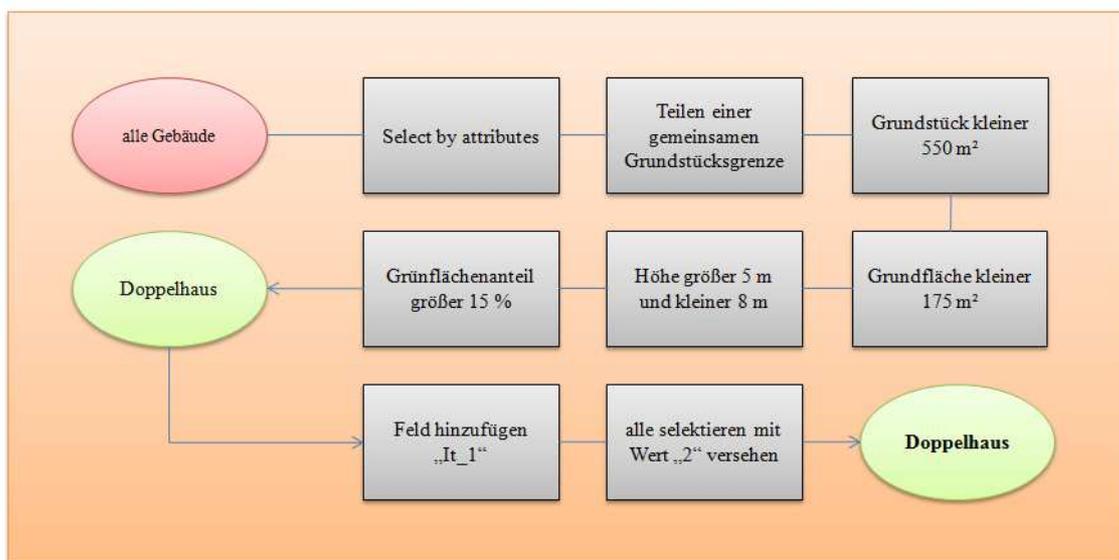
Der nächste Gebäudetyp im Iterationsprozess ist die BRB. Da die Grundstücksfläche meist zwischen 125 m² und 2000 m² liegt, muss die Gebäudefläche dementsprechend kleiner als 2000 m² sein. Blockrandbebauungen sind immer mehrgeschossig und können folglich auf eine Höhe zwischen 8 m und unter 20 m resultieren. Die Lage des Gebäudes weist einen Wert von größer gleich 3 auf, da es wie ein RH zweiseitig bebaut ist und sich an beiden Liegenschaftsgrenzen ein weiteres Gebäude befindet.

Bei Industrie- und Gewerbehallen kann man grundsätzlich davon ausgehen, dass die Gebäude- und Grundstücksfläche wesentlich größer ist, als im Vergleich zu den bisher genannten Gebäudetypen. Es handelt sich größtenteils um niedrige Lagerhallen, die niedriger als 10 m sind.

Die Gebäudetyp HH wird nur im ersten Iterationsprozess klassifiziert, da man alle Gebäude die höher als 20 m sind, zu einem HH zählen darf. Somit findet dieser Gebäudetyp nach dem ersten Iterationsprozess eine eindeutige Zugehörigkeit und kann in einem weiteren Iterationsprozess nicht ausgewählt werden.

Dieselbe Abgrenzung trifft auf den Gebäudetyp NG zu. Alle Gebäude kleiner als 125 m² und mit einer Höhe von unter 3 m, werden als NG nur im ersten Iterationsprozess berechnet. An dieser Stelle sei erwähnt, dass Gebäude kleiner als 35 m², aus dem Datensatz eliminiert wurden, da es sich in diesem Fall hauptsächlich um Garagen und kleinere NG handelt, die für eine Klassifikation nicht relevant sind.

Abb. 33 Regelprozess am Beispiel eines Doppelhauses



Die obige Abbildung zeigt schematisch den ersten Regelprozess an Beispiel eines Doppelhauses. Unter dem Bildzeichen „alle Gebäude“ sind die aufbereiteten Ausgangsdaten aus Abb. 30 mit dem Namen potentielle Gebäude mit Grünbewuchs gemeint. Nach der Definition der Parameter Anzahl, Fläche, Höhe und Grünflächenanteil mit „select by attributes“, folgt automatisch eine Selektion dieser Polygone im ArcGIS. Alle selektierten Polygone entsprechen nun einem bestimmten Gebäudetyp, welcher mit einem bestimmten Wert zu versehen ist, damit sich dieses Gebäude durch eine eindeutige Zugehörigkeit von den anderen Gebäuden unterscheidet. Dazu wird in der Attributtabelle ein Feld mit dem Namen „It_1“ (steht für 1. Iterationsprozess), sowie „It_2“ für den Zweiten und „It_3“ für den dritten Prozess hinzugefügt und als Beispiel mit dem Wert 2 versehen, der für die Identität eines Doppelhauses steht. Tab. 7 listet die Wertigkeiten der jeweiligen Gebäudetypen auf.

Tab. 7 Wertigkeit des Gebäudetyps

| Wert | Gebäudetyp |
|------|------------|
| 1 | EFH |
| 2 | DH |
| 3 | RH |
| 4 | MFH |
| 5 | BRB |
| 6 | IND |
| 7 | HH |
| 8 | NG |

4.4.2. Zweiter Iterationsprozess

Nach dem ersten Iterationsprozess beginnt erneut die Abfrage der Parameter, diesmal werden die Parameter jedoch abgeändert damit sich die Auswahl einschränkt. Jene Polygone, die im ersten Iterationsprozess keine Zugehörigkeit gefunden haben, sind Ausgangsbasis für den zweiten Iterationsprozess. Tab. 8 zeigt die Werte der einzelnen Parameter, beginnend mit dem EFH.

Tab. 8 Parameter des zweiten Iterationsprozesses

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|
| EFH | ≥ 100 und < 750 | < 2500 | < 11 | $\langle 2$ und ≤ 3 | ≥ 25 |
| DH | < 175 | < 1500 | ≥ 3 und < 11 | 2 | - |
| RH | < 100 | < 550 | ≥ 5 und < 8 | > 3 | - |
| MFH | ≥ 125 und ≤ 2500 | ≥ 1000 | ≥ 5 und < 20 | - | ≥ 25 |
| BRB | < 2500 | < 2500 | ≥ 11 und < 20 | - | < 15 |
| IND | - | > 1000 | < 11 | - | ≤ 10 |
| HH | - | - | - | - | - |
| NG | - | - | - | - | - |

Die Untergrenze der Gebäudefläche eines EFH liegt bei größer gleich 100 m^2 und die Obergrenze bei kleiner 750 m^2 . Da die Iteration schrittweise erfolgt und immer mit dem EFH beginnt, würden eventuell falsche Gebäude bzw. Polygone zu dieser Klasse gezählt werden. Daher ist eine Einschränkung der Polygone in Ober- und Untergrenze für die Zugehörigkeit zur richtigen Klasse ausschlaggebend. Der Grund für die Erhöhung der Obergrenze der Gebäudefläche ist die Verschmelzung einzelner Polygone mit anderen Polygonen, die bereits bei der Aufnahme der LISA LB-Daten entstanden. Eine Verschmelzung lässt somit die Höhe des Hauses und der angrenzenden Garage nicht mehr eindeutig bestimmen, da immer der Mittelwert herangezogen wird. Dies führt zu einer irrtümlichen Gebäudehöhe der LISA LB-Daten der Gebäude. Dieses Problem sprach MEINEL (2009) ebenfalls in seiner Arbeit an. Durch minderwertigen Kartenscan entsteht bei der Gebäudezuordnung das Problem der Gebäudeverschmelzung, da die ausfließenden Gebäudekonturen sich mit anderen Gebäudeobjekten verschmelzen, die eigentlich getrennte Objekte darstellen sollten.

Der Grenzwert der Grundstücksfläche ist auf 2500 m² erhöht worden. Die Höhe des Gebäudes ist ident geblieben, jedoch musste eine Änderung für die Lage vorgenommen werden. Die Definition des Wertes ungleich 2 ($\neq 2$) hat mit dem Gebäudetyp DH zu tun, damit dieser nicht fälschlicherweise in die Selektion miteinbezogen wird. Mit dem Wert kleiner gleich 3 sollten somit alle Einfamilienhäuser, die direkt an die Liegenschaftsgrenze angebaut sind, eine Zugehörigkeit gefunden haben. Da mehr als ein Viertel des Grundstücks als Grünfläche besteht beträgt der Grünflächenanteils 25%.

Für die Gebäudefläche des nächsten Typs, nämlich dem DH, fand keine Veränderung statt. Lediglich die Höhe des Gebäudes reduzierte sich, da einige DH, wie oben bei den EFH erwähnt, mit den Garagen verschmolzen. Der Grünflächenanteil ist bei der zweiten Iteration nicht berücksichtigt worden.

Die Gebäudefläche des RH hat sich im Zuge der Recherchen auf kleiner 100 m² reduziert, damit sich die Auswahl der bisherigen Polygone einschränkt. Die Gebäudehöhe verringerte sich auf 8 m, da RH im Normalfall zweistöckig sind und daher nicht über eine Größe von 8 m hinauskommen. Der Grünflächenanteil ist in der zweiten Iterationsschleife entfernt worden, da einige RH wegen des höheren Versiegelungsgrades durch Terrasse und Garage nicht in die Selektion gekommen wären.

Die Gebäudefläche des MFH ist mit größer gleich 125 m² und kleiner gleich 2500 m² fixiert, da ansonsten viele Polygone des Typs IND Berücksichtigung gefunden hätten. Dasselbe gilt auch für die Verminderung der Grundstücksfläche auf größer gleich 1000 m². Die Abgrenzung eines höheren Werts hätte zur Folge, dass viele Polygone des Typs IND mitselektiert und das Ergebnis dadurch beeinflussen würden. Die Gebäudehöhe verringerte sich auf 5 m, da zum Teil einige MFH nur zweistöckig sind. Auch der Grünflächenanteil über 25% hilft bei einer Abgrenzung von MFH und IND.

Im Zuge der zweiten Iteration des Gebäudetyps BRB haben sich einige Werte für die Auswahl verändert. Sowohl Gebäudefläche als auch Grundstücksfläche erhöhten sich auf kleiner 2500 m², da im ersten Iterationsprozess viele Polygone, die eigentlich dem Typ BRB angehören, keine Zugehörigkeit fanden und somit in der zweiten Iteration selektiert werden. Die Gebäudehöhe erhöhte sich von 8 m auf 11 m und die Auswahl des Grünflächenanteils unter 15% sollte für eine BRB ausreichend sein, da viele BRB nur über einen begrüntem Innenhof verfügen.

Im zweiten Iterationsprozess blieb für den Typ IND die Gebäudefläche offen, die Grundstücksfläche wurde auf größer gleich 1000 m² verringert und die Gebäudehöhe auf 11 m erhöht. Durch diese Änderung bzw. Lockerung der Werte sollten im zweiten Durchgang viele Polygone die Zugehörigkeit des Typs IND finden. Im Gegensatz zur ersten Iteration hat man hierzu den Grünflächenanteil von $\leq 10\%$ berücksichtigt, da großteils Industrie- und Gewerbehallen stark versiegelt sind und somit kaum Grünflächen aufweisen.

4.4.3. Dritter Iterationsprozess

Nach der zweiten Iterationsschleife sind die Parameter erneut für den dritten und letzten Iterationsprozess bestimmt und verändert worden (siehe Tab. 9). Die dritte Iteration zählt zu den Schleifen, die die lockersten Regeln aufweist mit dem Ziel möglichst viele Polygone zu selektieren, die bisher noch keinem der acht Gebäudetypen angehören. Die Überlegung den Grünflächenanteil nicht mehr zu berücksichtigen, weist auf den Übergang von einer strengen zu einer lockeren Abfrage der Parameter für die Klassifikation hin.

Tab. 9 Parameter des dritten Iterationsprozesses

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|---------------|-----------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| EFH | < 750 | < 2000 | ≥ 3 und < 11 | ≤ 2 | - |
| DH | < 175 | < 1500 | - | 2 | - |
| RH | - | - | - | - | - |
| MFH | < 750 | ≥ 125 und ≤ 20000 | ≥ 5 und < 20 | ≤ 2 | - |
| BRB | < 2500 | < 2500 | ≥ 5 und < 20 | > 3 | - |
| IND | - | ≥ 1000 | < 10 | - | - |
| HH | - | - | - | - | - |
| NG | - | - | - | - | - |

Beginnend mit dem EFH sei zu erwähnen, dass eine Untergrenze für die Gebäudefläche nicht mehr nötig ist, da viele der kleinen Polygone bereits in den vorhergehenden Prozessen zu einem der Gebäudetypen DH oder RH zugeschrieben wurden. Die Verminderung der Grundstücksfläche auf kleiner 2000 m² und die Gebäudehöhe zwischen 3 m und 11 m zu setzen hat zur Folge, dass jene Polygone die entweder dem Typ MFH oder IND entsprechen könnten, nicht in die Auswahl miteinbezogen werden. Denn gerade in der letzten Iteration ist es am schwierigsten, die Zugehörigkeit zu definieren, da viele Gebäudetypen nicht der Norm entsprechen und es sich in den meisten Fällen um Ausnahmen handelt. Die Lage der Gebäude ist mit dem Wert kleiner gleich 2 definiert, da alle Einfamilienhäuser die sich aufgrund der Verschmelzung der Garage eine Liegenschaftsgrenze teilen, aber keine Doppelhäuser sind, zur Gruppe der DH zählen.

Die einzige Veränderung der Parameter zwischen zweiter und dritter Iteration des Gebäudetyps DH ist das Fehlen der Gebäudehöhe. Ein DH ist in der Regel relativ einfach abzugrenzen, wenn es somit in diesem stufenweisen Verfahren noch keine Zugehörigkeit gefunden hatte, dann liegt die Unsicherheit am ehesten bei der Höhe. Wie bereits bei Gebäudetyp EFH des zweiten Iterationsprozesses erwähnt, können verschmolzene Polygone wie Garagen oder NG, die direkt an das zweite Polygon innerhalb der Grundstücksgrenze grenzen, die Höhe beeinflussen.

Die Werte der Gebäudefläche eines MFH sind auf kleiner 750 m² reduziert worden und die Grundstücksfläche fand eine Einschränkung zwischen größer gleich 125 m² und kleiner gleich 20.000 m². Die Obergrenze von 20.000 m² ist gewählt worden, damit keine Polygone des Gebäudetyps IND in Selektion kommen. Die Grenzwerte der Höhe sind im Zuge der Recherche unverändert geblieben, da diese das Ergebnis nicht beeinflussten. Dafür ist aber die Lage mit dem Wert kleiner gleich 2 festgelegt, da einige Gebäude des Typs MFH direkt an einer Grundstücksgrenzen liegen und der Wert in der Attributtabelle der Spalte Join_Count automatisch die Zahl 2 aufweist.

Die Parameter der BRB veränderten sich nur anhand der Höhe und Lage des Gebäudes, alle anderen Werte blieben unverändert. Der Grenzwert der Höhe auf größer gleich 5 m ist wieder mit der Verschmelzung von angrenzenden Polygonen zu erklären. Der festgelegte Wert größer 3 für die Lage der Gebäudeobjekte ergibt sich dadurch, dass nicht Polygone vom Gebäudetyp IND zur Selektion zählen.

Die letzte Berechnung im dritten Iterationsprozess zeigt den Gebäudetyp IND. Die Gebäudehöhe ist auf kleiner 10 m verringert worden und aufgrund der Nicht-Berücksichtigung des Grünflächenanteils sollte die dritte Iteration die höchste Anzahl von Industrie- und Gewerbehallen aufweisen. Brachflächen sind ein beliebter Standort für viele Industriegebäude. Aus diesem Grund ist es schwierig den Grünflächenanteil richtig abzuschätzen.

4.5. Ergebnisse

Die Ergebnisse der drei Iterationsprozesse sind das Produkt der Klassifikation nach erstem Ansatz und sind in der Tab. 10 angeführt. Im Kapitel 4.7 wird nachfolgend ein alternativer Ansatz aufgezeigt. Wie die Tabelle zeigt, sind nach dem ersten Iterationsprozess bereits 1415 Polygone der insgesamt 2093 Polygone des Datensatzes klassifiziert worden, was 67,61% der Gebäude entspricht. Daraus ergibt sich, dass 678 Gebäude, über 32% unklassifiziert blieben. Betrachtet man die Verteilung der einzelnen Gebäudetypen, gibt es bereits die Möglichkeit Bebauungsstrukturen des Testgebiets aufzuzeigen. Die Verteilung zeigt, dass mehr als ein Drittel aller Gebäude zu dem Gebäudetyp EFH zählt. 1,34% der Gebäude sind DH und 2,77% entsprechen dem Gebäudetyp RH. Die drittgrößte Gruppe der Klassifikation von Gebäudetypen nimmt der Typ MFH ein, mit einem Wert von 7,02%. Deutlich weniger Gebäude werden zu dem Gebäudetyp BRB gezählt, nämlich mit 5,3%. Aufgrund der strengeren Klassifikation des ersten Iterationsprozesses sind nur 3,06% aller Gebäude dem Typ IND zugeschrieben worden. Die Verteilung zeigt auch, dass im Testgebiet Klagenfurt kaum Hochhäuser zu finden sind. Der Gebäudetyp HH weist einen sehr geringen Anteil und zwar mit 0,48% auf, das entspricht exakt zehn Hochhäusern der insgesamt 2093 Gebäude des gesamten Testgebiets. Den zweithöchsten Wert weist der Gebäudetyp NG mit 153 Polygonen (7,31%) auf.

Tab. 10 Ergebnisse der Iterationsprozesse

| Gebäude | It_1 | % | It_2 | Summe | % | It_3 | Summe | % |
|-----------------|------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|-------------|
| EFH | 844 | 40,32 | 43 | 887 | 42,38 | 144 | 1031 | 49,26 |
| DH | 28 | 1,34 | 64 | 92 | 4,40 | 3 | 95 | 4,54 |
| RH | 58 | 2,77 | 5 | 63 | 3,01 | 0 | 63 | 3,01 |
| MFH | 147 | 7,02 | 95 | 242 | 11,56 | 44 | 286 | 13,66 |
| BRB | 111 | 5,30 | 30 | 141 | 6,74 | 15 | 156 | 7,45 |
| IND | 64 | 3,06 | 72 | 136 | 6,50 | 120 | 256 | 12,23 |
| HH | 10 | 0,48 | 0 | 10 | 0,48 | 0 | 10 | 0,48 |
| NG | 153 | 7,31 | 0 | 153 | 7,31 | 0 | 153 | 7,31 |
| Summe | 1415 | 67,61 | 309 | 1724 | 82,37 | 326 | 2050 | 97,95 |
| unklassifiziert | 678 | 32,39 | 618 | 369 | 17,63 | 652 | 43 | 2,05 |

Die Abb. 34 zeigt das Testgebiet mit den insgesamt 2093 Polygonen nach der ersten Klassifikation. Im Hintergrund des Testgebiets liegt das Orthofoto mit einer Transparenz von 50% für eine bessere Lesbarkeit. Bereits nach dem ersten Iterationsprozess lassen sich einzelne Bebauungsstrukturen gut aufzeigen. Dominierend in dem Bild sind neben den MFH auch die Industrie- und Gewerbehallen, obwohl diese einen sehr geringen Prozentanteil aufweisen. Die Gebäudetypen MFH und IND nehmen aufgrund der Grundstücksgröße einen Großteil der Fläche ein und rücken somit stark in den Vordergrund.

Den größten Anteil macht der Gebäudetyp EFH aus. Der Bezirk Welzenegg, der eher ländlich geprägt ist und sich im oberen Teil des Bildes befindet, weist größtenteils die Gebäudetypen EFH und MFH auf. Angrenzend, oder derselben Liegenschaft eines EFH zugehörig, befindet sich der Gebäudetyp NG. Aber auch die RH-Siedlungen und DH lassen sich im Testgebiet deutlich erkennen.

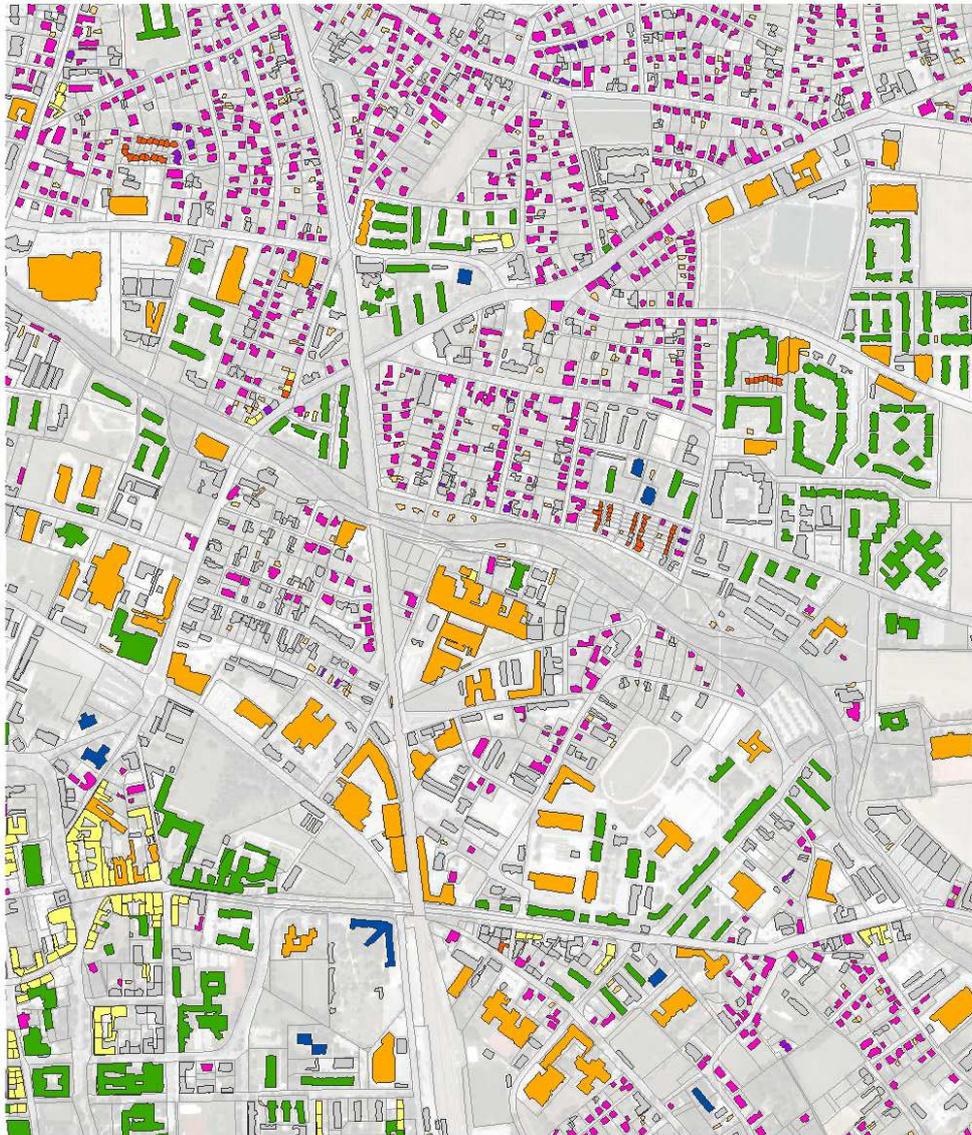
Südlich der Glan, also ab der Mitte der Karte, zeigen sich eher größere Grundstücke, die in die Kategorie Industrie- und Gewerbehallen fallen. Im rechten unteren Teil der Karte befinden sich die ersten Blockrandbebauungen. Da dies der eher ältere Teil der Stadt ist und an die Innenstadt grenzt findet man dort die städtebauliche Anordnung von Gebäuden.

Die zehn Gebäude, die im ersten Iterationsprozess als HH klassifiziert wurden, sind über das ganze Testgebiet verteilt.

Nach dem zweiten Iterationsprozess haben weitere 309 Polygone eine Zugehörigkeit zu einem Gebäudetyp gefunden, was einer Abdeckung von 82,37% entspricht. Nur mehr 369 Gebäude, sprich 17,63% aller Gebäude bleiben vorerst unklassifiziert. In der zweiten Iteration haben sich die Regeln ein wenig verstärkt und auch der Grünflächenanteil ist besser miteinbezogen worden. Demnach schrieb man dem Gebäudetyp EFH nur mehr 43 Gebäude zu und erhält eine Abdeckung von 42,38%. 64 Polygone sind dem Gebäudetyp DH angehörig, womit sich der Anteil von 1,34% auf 4,4% erhöht. Im Gegensatz sind für den Gebäudetyp RH, der die größte Abdeckung in der ersten Iteration fand, nur weitere fünf Polygone klassifiziert worden. Folglich erhöht sich der Prozentsatz auf 3,01%. Die Regeln für den dritten Iterationsprozess des Gebäudetyps RH sind gar nicht erst aufgestellt worden, da man nach der zweiten Iteration alle Polygone des Typs RH klassifiziert hat. Die drei RH-Siedlungen sind in der Abb. 35 in den schwarzen Kreisen aufgezeigt. 95 Polygone hat man dem Gebäudetyp MFH nach der zweiten Iteration zugeschrieben, das entspricht einem Anteil von insgesamt 11,56%. Der Anteil des Typs BRB erhöht sich von 5,3% auf 6,74%, da sich 30 Polygone in diesem Gebäudetyp klassifizierten. Mehr als verdoppelt hat sich die Häufigkeit bei den Industrie- und Gewerbehallen. 72 Polygone sind dieser Gruppe zugeteilt und weisen somit einen Prozentsatz von 6,5% auf.

Abb. 34 Erster Iterationsprozess

Klagenfurt, 1. Iterationsprozess 2011



Zeichenerklärung

Gebäudetypologie

| | |
|---|---|
|  Einfamilienhaus |  Industrie- u. Gewerbehallen |
|  Doppelhaus |  Hochhaus |
|  Reihenhaus |  Nebengebäude |
|  Mehrfamilienhaus |  unklassifiziert |
|  Blockrandbebauung |  Liegenschaftsgrenzen |

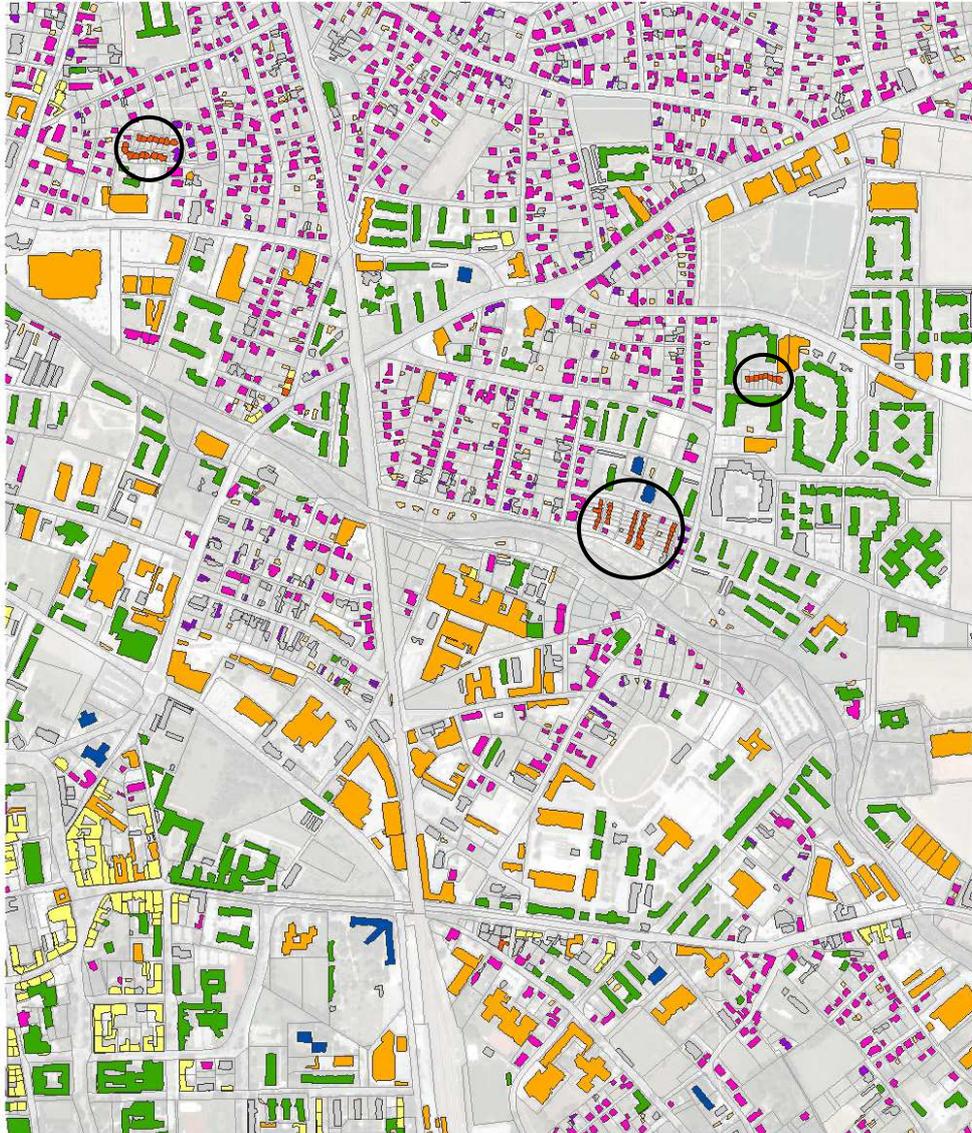


0 125 250 500 m

© Kristin Kalian, AIT, 2011

Abb. 35 Zweiter Iterationsprozess

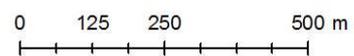
Klagenfurt, 2. Iterationsprozess 2011



Zeichenerklärung

Gebäudetypologie

| | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------------|
|  | Einfamilienhaus |  | Industrie- u. Gewerbehallen |
|  | Doppelhaus |  | Hochhaus |
|  | Reihenhaus |  | Nebengebäude |
|  | Mehrfamilienhaus |  | unklassifiziert |
|  | Blockrandbebauung |  | Liegenschaftsgrenzen |



© Kristin Kalian, AIT, 2011

Nach der dritten und letzten Iteration, die die lockersten Regeln aufweist, konnten noch weitere 326 Polygone in eine der Gebäudetypen klassifiziert werden. Von den insgesamt 2093 Polygonen bleiben nur mehr 43 Polygone unklassifiziert. Das entspricht einer Abdeckung von knapp 98% - 2,05% der Gebäude bleiben schlussendlich ohne Zuordnung.

144 Polygone des Datensatzes werden dem Typ EFH zugesprochen, was den Anteil auf 49,26% erhöht. Folglich entspricht die Hälfte aller Gebäude des Testgebietes in Klagenfurt Einfamilienhäusern. Zu dem Gebäudetyp DH sind nur drei weitere Polygone zugerechnet, ein Ergebnis von 4,54%. Wie bereits erwähnt fand keine Klassifikation für den Gebäudetyp RH statt, ebenso nicht für HH und NG.

Die 44 Polygone die sich in die Klasse der MFH klassifiziert haben, erhöhen den Anteil auf 13,66%. Durch die Reduzierung der Gebäudehöhe und das Weglassen des Grünflächenanteils werden dem Gebäudetyp BRB weitere 15 Polygone zugeschrieben, das entspricht nun 7,45%.

Von den anfänglichen 3,06% hat der Gebäudetyp IND schlussendlich einen Prozentsatz von 12,23% erreicht, da man in der dritten Iteration die Gebäudehöhe um einen Meter gesenkt und den Grünflächenanteil nicht miteinbezogen hat. Industrie- und Gewerbehallen entsprechen den Mehrfamilienhäusern verhältnismäßig gut. Daher waren die Parameter der ersten und zweiten Iteration für den Gebäudetyp IND relativ streng gehalten, um diese nicht der falschen Klasse einzuordnen. Denn in der Iterationsabfolge kommt der Gebäudetyp MFH vor dem Gebäudetyp IND und in der Regel ist der Grünflächenanteil und die Gebäudehöhe ein Indiz für den Typ IND.

Das Ergebnis ist mit einer Abdeckung von 97,95% gut und die restlichen 2,05%, die 43 Gebäuden entsprechen, konnte man keiner Klasse zuschreiben. Hier handelt es sich um Ausnahmefälle bzw. Grenzwerte. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist neben der Abdeckung der Gebäude die Genauigkeit der Klassifikation. Im nächsten Kapitel (4.6) wird Stellung zur Genauigkeit des Klassifikationsergebnisses genommen. Alle unklassifizierten Gebäude weisen einen grauen Farbton auf und sind neben allen klassifizierten Gebäuden in der Abb. 36 zu sehen.

Abb. 36 Dritter Iterationsprozess



4.6. Baublockstrukturen

„Für städtebauliche, gebietsbezogene Dichtekennziffern stellen Baublöcke (Straßengevierte) eine zentrale Basiseinheit dar (MEINEL et al., 2008, S.17). Der Gebäudebestand bildet die Grundlage für die Ableitung von Baublöcken in Strukturtypen. Die folgende Abbildung (Abb. 37) zeigt die Klassifikation auf Basis der Liegenschaftsgrenzen nach erstem Ansatz. Mittels Spatial Join im ArcGIS werden die Gebäude mit den Liegenschaften räumlich verschnitten. Jene Liegenschaften die mehrere Gebäude aufweisen, mussten manuell nachbearbeitet werden. Es handelt sich hierbei um einen Mischtyp der Baublockstrukturen. Die Entscheidung für einen Strukturtyp wird über die Flächendominanz der Gebäudetypen getroffen. Wenn sich beispielsweise auf einem Grundstück ein EFH und ein NG befinden, ist das EFH das dominantere Gebäude und der Baublock weist die Struktur eines EFH auf.

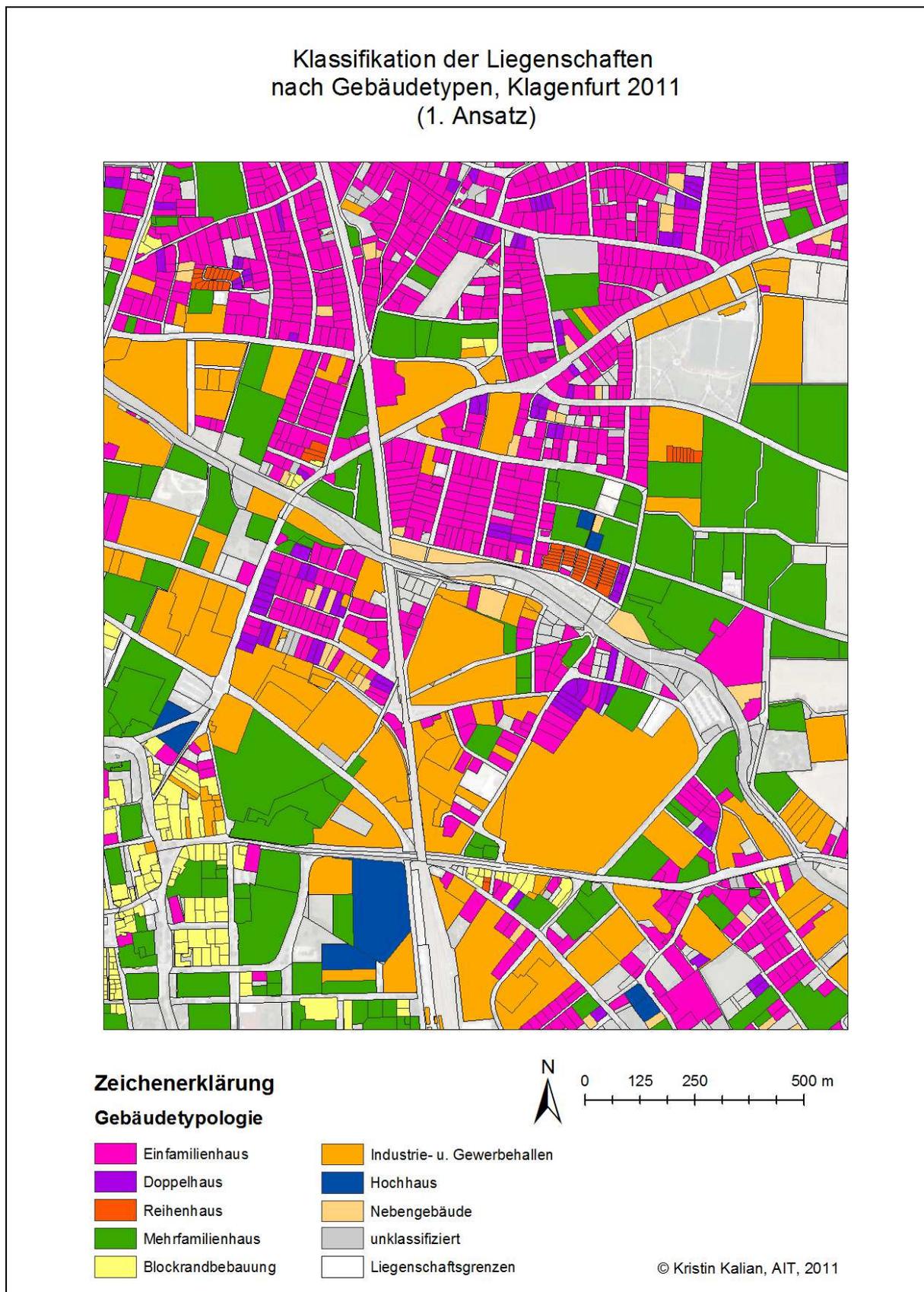
Im rechten oberen Bereich der Karte der Abb. 37 lässt sich der aufgelockerte Siedlungsbereich durch die vielen Einfamilienhäuser und vereinzelt auch durch die Doppelhäuser sehr gut erkennen. Dort wo nur die Liegenschaftsgrenzen auftreten, handelt es sich entweder um freistehende Parzellen, die zum Verkauf stehen oder zum Zeitpunkt der Aufnahme des Orthofotos noch nicht bebaut sind, oder um Straßen.

Bei den großen Flächen, die sich vor allem im mittleren rechten Bereich der Karte befinden, sind vor allem die Mehrfamilienhäuser dominierend. Zwischendurch lassen sich durch die Reihenhäuser die Nutzungsmischungen sehr gut erkennen.

Südlich der Glan, also unterhalb des Flusses in der unteren Hälfte der Karte erstrecken sich über weite Teile Industrie- und Gewerbehallen. Gerade dieser Bereich weist eine hohe Nutzungsmischung auf, denn in diesem Segment der Karte lassen sich fast alle Gebäudetypen (bis auf Reihenhäuser) vorfinden. Diesen Siedlungsbereich könnte man auch als Gewerbegürtel bezeichnen.

Der linke untere Bereich, der westlich vom Stadtkern Klagenfurt liegt, zeigt die alten und teilweise noch historischen Siedlungsformen, die Blockrandbebauungen, die sich durch eine enge und kompakte Bauweise definieren lassen und zum innerstädtischen Siedlungsbereich gezählt werden.

Abb. 37 Klassifikation der Liegenschaften nach Gebäudetypen (1. Ansatz)



4.7. Alternatives Regelsystem

Nach den Berechnungen der drei Iterationsprozesse, dass ein sehr akzeptables Ergebnis lieferte, ist ein weiteres Verfahren angewendet worden. Ziel dabei ist es, für eine Qualitätsverbesserung die Abdeckung der Gebäude zu senken und gleichzeitig die Qualität der einzelnen Gebäude beziehungsweise des Klassifikationsergebnisses zu erhöhen.

Tab. 11 zeigt eine Übersicht des ersten Iterationsprozesses, indem man im Vergleich zum ersten Ansatz (siehe Tab. 6) die einzelnen Parameter verändert und auch restriktiver gewählt hat. Grundsätzlich ist in jeder Berechnung der Grünflächenanteil herangezogen worden. Als Ausnahme gilt hier nur das HH, da ohnehin nur ein Parameter (Höhe) für das HH entscheidend ist. Die Ausnahme trifft ebenfalls auf das NG zu, denn für ein NG sind nur die Gebäudefläche und -höhe von Interesse. Ob sich das NG auf einer versiegelten Fläche oder auf einem begrünten Grundstück befindet, ist für eine Klassifikation nicht relevant. Im Vergleich zum ersten Ansatz ist die Gebäudefläche des Typs EFH wesentlich minimiert und gleichzeitig die Gebäudehöhe erhöht worden. Die Gebäudetypen DH und RH sind mehr oder minder gleich geblieben. Lediglich der Grünflächenanteil hat sich bei dem RH von höher 15 m höher gleich 15 m geändert. Bei dem Gebäudetyp MFH berücksichtigte man die Lage, denn auf Grundstücken von klassischen Mehrfamilienhäusern findet man in der Regel mehrere Gebäude und einen höheren Anteil an Grünfläche vor. Die Gebäudefläche des Typs BRB hat sich durch eine Untergrenze eingeschränkt. Bei Industrie- und Gewerbehallen haben sich bis auf die Lage und Grünflächenanteil keine Veränderungen gezeigt. Bei diesem Gebäudetyp kann man auch davon ausgehen, dass sich grundsätzlich mehr als zwei Gebäude pro Liegenschaft befinden.

Tab. 11 Parameter des ersten Iterationsprozesses (2. Ansatz)

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------|-------------------|
| EFH | < 250 | < 2000 | ≥ 4 und < 11 | 1 | ≥ 15 |
| DH | < 175 | < 550 | ≥ 5 und < 11 | 2 | ≥ 15 |
| RH | < 175 | < 550 | ≥ 5 und < 11 | > 3 | ≥ 15 |
| MFH | > 125 | ≥ 2000 | ≥ 8 und < 20 | ≥ 2 | ≥ 25 |
| BRB | ≥ 125 und < 2000 | ≥ 125 und < 2000 | ≥ 8 und < 20 | ≥ 3 | < 15 |
| IND | ≥ 1000 | ≥ 2000 | < 10 | ≥ 2 | < 10 |
| HH | - | - | ≥ 20 | - | - |
| NG | < 75 | - | < 3 | - | - |

Die nachstehende Tabelle zeigt die veränderten Parameter des zweiten Iterationsprozesses nach dem zweiten Ansatz. Bei dem Gebäudetyp EFH veränderte sich die Obergrenze der Gebäudefläche auf kleiner 300 m² und die Grundstücksfläche hat man ebenfalls reduziert. Auch an der Gebäudehöhe reduzierte sich auf höher gleich 3 m um etwaige Bungalows in diese Klasse zählen zu dürfen, anstatt als NG im Zuge des ersten Ansatzes.

Tab. 12 Parameter des zweiten Iterationsprozesses (2. Ansatz)

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| EFH | ≥ 100 und < 300 | < 2000 | ≥ 3 und < 11 | ≤ 2 und ≤ 3 | ≥ 25 |
| DH | < 175 | < 1000 | ≥ 5 und < 11 | 2 | - |
| RH | < 100 | < 550 | ≥ 5 und < 8 | > 3 | - |
| MFH | > 125 und ≤ 2500 | ≥ 1000 | ≥ 5 und < 20 | ≥ 2 | ≥ 30 |
| BRB | < 2500 | < 2500 | ≥ 11 und < 20 | ≥ 3 | < 15 |
| IND | - | ≥ 1000 | < 11 | - | ≤ 10 |
| HH | - | - | - | - | - |
| NG | < 125 | - | < 3 | - | - |

Der Gebäudetyp DH hat nur minimale Veränderungen gezeigt. Die Grundstücksfläche wurde auf kleiner 1000 m² reduziert und die Gebäudehöhe weist eine Untergrenze von höher gleich 3 auf. Die Parameter des RH haben sich im Vergleich zum ersten Ansatz nicht geändert. Die Lage des Gebäudetyps MFH hat sich im zweiten Ansatz auf größer gleich 2 erhöht, da man wie bereits oben erwähnt von mehreren Gebäuden pro Liegenschaft ausgeht. Der Gebäudetyp BRB hat ebenfalls nur eine Veränderung des Parameters Lage. Da Blockrandbebauungen im Normalfall jeweils ein Nachbargebäude an jeder Liegenschaftsgrenze vorfindet, ist die Lage auf größer gleich 3 erhöht worden. Eine kleine Veränderung zeigte sich in der Grundstücksfläche von Industrie- und Gewerbehallen. Hierbei hatte man den Wert von kleiner 1000 m² auf kleiner gleich 1000 m² geändert. Der Gebäudetyp HH konnte im ersten Iterationsprozess bereits vollständig abgedeckt werden und findet folglich in der zweiten und dritten Iteration keine Berücksichtigung mehr. Im Unterschied zum ersten Ansatz hat man für den Gebäudetyp NG im zweiten Ansatz Parameter hinzugefügt. Ein NG charakterisiert sich im zweiten Iterationsprozess mit einer Gebäudefläche von kleiner 125 m² und einer Gebäudehöhe von niedriger 3 m.

Tab. 13 Parameter des dritten Iterationsprozesses (2. Ansatz)

| Gebäudetyp | Gebäudefläche | Grundstücksfläche | Höhe | Lage | Grünflächenanteil |
|------------|-------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| EFH | < 500 | < 3000 | ≥ 3 und < 11 | ≤ 2 und ≤ 3 | - |
| DH | < 200 | < 1500 | > 5 und < 11 | 2 | - |
| RH | - | - | - | - | - |
| MFH | ≥ 250 und < 2000 | - | ≥ 5 und < 20 | ≤ 2 | - |
| BRB | < 2500 | < 7500 | ≥ 5 und < 20 | ≥ 3 | - |
| IND | ≥ 500 | ≥ 1000 | < 10 | - | - |
| HH | - | - | - | - | - |
| NG | < 75 | - | < 4 | ≤ 2 | - |

Die obige Tabelle zeigt die Übersicht der Parameter des dritten und letzten Iterationsprozesses. Auffallend ist hier, dass der Grünflächenanteil nicht mehr berücksichtigt wurde. Im Zuge dieser Iteration ist die Gebäudefläche eines EFH im Vergleich zum ersten Ansatz gesenkt und die Grundstücksfläche

erhöht worden. In der Regel befindet sich auf der Liegenschaft eines EFH immer nur ein Gebäude mit angrenzender Garage / Carport. Um auf etwaige Verschmelzung der Gebäude Rücksicht zu nehmen, ist die Lage auf kleiner gleich 3 gesetzt worden, wenn sich ein Gebäude mit NG (beispielsweise Garage) verschmolzen hat. Ungleich 2 bedeutet, dass dadurch ein DH aus der Selektion auszuschließen ist. Bei dem nächsten Typ, dem DH, fand eine Erhöhung der Gebäudefläche statt, wo auch eine Gebäudehöhe zu berücksichtigen war. Der Gebäudetyp RH ist bereits nach Abschluss der zweiten Iteration komplett abdeckt und demzufolge fand keine neue Parametereinteilung statt. Im Vergleich zum ersten Ansatz wurde für ein MFH eine Abgrenzung der Gebäudefläche veranlasst und dadurch die Grundstücksfläche nicht mehr berücksichtigt. Auch der Gebäudetyp BRB ist im Zuge des zweiten Ansatzes wesentlich verändert worden. Die Grundstücksfläche erhöhte sich auf kleiner 7500 m² und bei der Lage veränderte sich das größer 3 auf größer gleich 3, damit alle BRB die noch unklassifiziert sind, berücksichtigt werden und nicht nur jene BRB die sich am Rand einer Liegenschaft befinden. Das Hinzufügen der Gebäudefläche bei Industrie- und Gewerbehallen mit größer gleich 500 m² sollte im Vergleich zum ersten Ansatz genauere Ergebnisse liefern. Für den letzten Gebäudetyp, das NG, fand die Gebäudefläche, Höhe und Lage Berücksichtigung.

Der zweite Ansatz der für eine Qualitätsverbesserung die Abdeckung der Gebäude reduzierte, wird in der Diskussion (siehe Kapitel 5) ausführlich besprochen und vergleicht beide Ansätze miteinander.

4.8. Validierung

Neben der Abdeckung der Gebäude, ist die Genauigkeitsabschätzung von besonderem Interesse. Dieses Kapitel zeigt die Methode der Überprüfung der Gebäude zu einem bestimmten Gebäudetyp aus dem ersten Ansatz.

Eine Auswahl erfolgt in ArcGIS mit dem „create random points“ – Tool, indem man eine beliebige Anzahl von Punkten zufallsbedingt über das Testgebiet legt. Die Punkte werden anschließend mit den Gebäuden räumlich verschnitten und als neues Shapefile exportiert.

Abb. 38 zeigt jene Gebäude im Farbton orange, die sich mit den Punkten räumlich verschnitten haben. In Summe ergeben dies 200 Gebäude, die in weiterer Folge zu validieren sind.

Für die Genauigkeitsabschätzung finden sich in der Attributtabelle des Shapefiles zwei neu hinzugefügte Felder, die eine Soll-Klasse (=Referenz) und eine Ist-Klasse (=Klassifikation) aufzeigen. In der Ist-Klasse befindet sich einer der Werte zwischen 1 und 8, je nach klassifiziertem Gebäudetyp nach dem dritten Iterationsprozess. Die Überprüfung der Soll-Klasse erfolgt visuell anhand des Orthofotos sowie über die Adresseneingabe im Klagenfurt GIS. Jedes Gebäude wird nachfolgend visuell betrachtet und auf Richtigkeit geprüft. Jene Gebäude die nach Betrachtung und Überprüfung richtig klassifiziert sind, bekommen denselben Wert wie in der Ist-Klasse zugeschrieben. Alle anderen und folglich falsch klassifizierten Gebäude, erhalten den Wert des eigentlichen Gebäudetyps.

Ein weiteres Feld mit dem Namen „Ergebnis“ wird in die Attributtabelle hinzugefügt, wobei der Wert 0 für die Richtigkeit des Gebäudetyps steht und alle falsch klassifizierten Gebäude, erhalten den Wert 1. Aus der willkürlichen Auswahl der 200 Gebäude, sind 173 Gebäude richtig klassifiziert und 27 Gebäude falsch klassifiziert worden. Die Genauigkeit des Ergebnisses wird anhand der Konfusionsmatrix im nächsten Kapitel erläutert. Die Abb. 39 zeigt das Ergebnis der Genauigkeitsabschätzung des Testgebiets mit der Auswahl der 200 Gebäude.

Abb. 38 zufällige Auswahl von 200 Gebäuden für die Genauigkeitsabschätzung



Abb. 39 Validierungskarte



4.8.1. Konfusionsmatrix

Die Genauigkeitsabschätzung erfolgt über einen „Ist-Soll“ Vergleich, der in der Tab. 14 aufgelistet ist und Auskunft über die Qualität des Ergebnisses gibt. Beginnend mit EFH, muss die Genauigkeit für jeden Gebäudetyp durchgeführt werden. Die Beobachtungen finden eine Eintragung in der $n \times n$ -Matrix. Für jeden Gebäudetyp sind somit verschiedene Beobachtungen möglich, beispielsweise die Zugehörigkeit zur tatsächlich richtigen Klasse.

Angenommen die Überprüfung eines Gebäudes der Klasse EFH hat ergeben, dass es der Klasse EFH zugeteilt werden muss. Wenn das Gebäude laut Klassifikation einem EFH entsprechen sollte und es nach Überprüfung auch tatsächlich ein EFH ist, dann wird in der Matrix der Wert des EFH um eins erhöht. Dies sind jene Werte in der Matrix, die sich in der orangen Diagonale befinden. Wenn man nun wissen möchte, wie viele Gebäude der Klasse EFH die eigentlich der Klasse EFH angehören, aber beispielsweise der Klasse DH zugewiesen wurden, dann muss jene Zahl aus der Matrix gelesen werden, die in der Soll-Spalte EFH und in der Ist-Zeile DH steht. Die Summe einer Spalte \sum_S gibt an, wie viele Gebäude im Rahmen der Klassifikation einer bestimmten Klasse wirklich angehören. Die Summe einer Zeile \sum_Z gibt an, wie viele Gebäude im Rahmen der Klassifikation einer bestimmten Klasse zugewiesen wurden. Die Zahl in der letzten Spalte und letzten Zeile, gibt an wie viele Gebäude insgesamt für die Genauigkeitsabschätzung zur Auswahl gekommen sind.

Tab. 14 Konfusionsmatrix

| | | Soll (Referenz) | | | | | | | | \sum_Z | % |
|----------------------|----------|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|----|----------|--------|
| | | EFH | DH | RH | MFH | BRB | IND | HH | NG | | |
| Ist (Klassifikation) | EFH | 29 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 82,86 |
| | DH | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 100,00 |
| | RH | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 100,00 |
| | MFH | 5 | 0 | 0 | 37 | 3 | 3 | 0 | 0 | 48 | 77,08 |
| | BRB | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 3 | 0 | 0 | 25 | 88,00 |
| | IND | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 58 | 0 | 0 | 62 | 93,55 |
| | HH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 100,00 |
| | NG | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 12 | 75,00 |
| | \sum_S | 37 | 15 | 4 | 40 | 26 | 64 | 5 | 9 | 200 | |
| % | 78,38 | 60,00 | 100,00 | 92,50 | 84,62 | 90,63 | 100,00 | 100,00 | | 86,50 | |

Quelle: CONGALTON und GREEN, 2009, S.151, eigene Darstellung

Weiters können verschiedene Anteile Auskunft über die erreichte Genauigkeit einer Klassifikation geben. Wenn man beispielsweise den Wert des Elements EFH der Diagonale, der korrekt klassifiziert wurde, mit der Spaltensumme \sum_S teilt und anschließend mit 100 multipliziert, so erhält man die prozentuale Wahrscheinlichkeit, mit der ein Gebäude der entsprechenden Klasse korrekt klassifiziert worden ist. Dieser Zahlenwert wird in der Literatur als Wiedererkennungsgenauigkeit G_W (*producer accuracy*) bezeichnet.

Dieselbe Berechnung kann mit der Zeilensumme \sum_Z durchgeführt werden und man erhält folglich die prozentuale Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Klasse, die bei der Klassifikation auch der entsprechenden Klasse zugewiesen wurde und dieser auch tatsächlich angehört. Hierzu spricht man von der Zuweisungsgenauigkeit G_Z (*user accuracy*). Wenn man nun die Summe der Diagonale bildet (richtig klassifizierten Gebäude), sie durch die Gesamtzahl der Gebäude teilt und mit 100 multipliziert, dann spricht man von der Gesamtgenauigkeit G_G (*overall accuracy*).

4.8.1.1. *Ergebnisse der Konfusionsmatrix*

Insgesamt wurden 200 Gebäude bewertet. Die Ergebnisse der Bewertung werden in einer Konfusionsmatrix dargestellt (siehe Tab. 14).

Die Zeilen der Matrix repräsentieren die Klassifikationsergebnisse, die Spalten die Referenzdaten. Elemente der Hauptdiagonale beschreiben die Übereinstimmung zwischen Klassifikation und Referenzdaten. Alle anderen Elemente zeigen Abweichungen in der Klassifikation. Die daraus abgeleiteten Klassengenauigkeiten entsprechen daher der Zuweisungsgenauigkeit G_Z (*User Accuracy*) bzw. Wiedererkennungsgenauigkeit G_W (*Producer Accuracy*).

Nehmen wir als Beispiel die Klasse MFH. In der Hauptdiagonale weist diese Klasse MFH 37 richtig klassifizierte Gebäude auf. Insgesamt wurden allerdings 48 Gebäude als MFH klassifiziert. Daraus ergibt sich eine Zuweisungsgenauigkeit G_Z von 77,08%. Diese sagt aus, dass über 77% der klassifizierten MFH in der Natur MFH sind. Die restlichen 22,92% verteilen sich auf die anderen in dieser Zeile besetzten Klassen.

Demgegenüber wurden 40 Gebäude als MFH in den Referenzdaten erkannt. Daraus ergibt sich eine Wiedererkennungsgenauigkeit G_W von 92,5%. Dies bedeutet, dass über 92% der in der Natur vorhandenen MFH als solche klassifiziert wurden. Die restlichen 7,5% wurden als diejenigen Klassen klassifiziert, die in dieser Spalte besetzt sind. So zeigt die Zahl 2 in der Klasse IND, dass in 2 von 40 Gebäuden als Industrie- und Gewerbehallen klassifiziert wurden.

Zusätzlich können klassenspezifische Genauigkeiten ausgewiesen werden. Diese errechnen sich aus der Kombination von Zuweisungsgenauigkeit G_Z und Wiedererkennungsgenauigkeit G_W . Die Gesamtgenauigkeit G_G aller Klassen in allen Testgebieten (*Overall Accuracy*) beträgt 86,5% mit einer sehr hohen Sicherheit.

4.8.1.2. Der Kappa-Wert

Der Kappa-Wert, ein Maß der Genauigkeitsabschätzung, ist ein Indikator für den Grad der Zufälligkeit der korrekten Klassifikationsergebnisse und wird aus der Konfusionsmatrix abgeleitet.

Der Kappa-Wert wird aus der Konfusionsmatrix mit folgender Formel berechnet:

Formel 1 Kappa-Wert für Genauigkeitsabschätzung

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Quelle: CONGALTON und GREEN, 2009, S.106

Die Formel basiert auf der Differenz zwischen den richtig klassifizierten Gebäuden (dem gemessenen Übereinstimmungswert) und der zufällig erwarteten Übereinstimmung. Hierbei steht N für die Gesamtzahl der zu klassifizierenden Gebäude, x_{i+} für Zuweisungsgenauigkeit G_Z der Klassifikation, x_{+i} für die Wiedererkennungsgenauigkeit G_W der Referenzdaten und die $\sum x_{ii}$ für die Summe der richtig klassifizierten Gebäude.

Die Berechnung der obigen Formel liefert folgendes Ergebnis:

$$\sum (x_{i+} * x_{+i}) = (35 * 37) + (9 * 15) + (4 * 4) + (48 * 40) + (25 * 26) + (62 * 64) + (5 * 5) + (12 * 9)$$

$$\sum (x_{i+} * x_{+i}) = 8117$$

$$\sum x_{ii} = 29 + 9 + 4 + 37 + 22 + 58 + 5 + 9$$

$$\sum x_{ii} = 173$$

$$N = 200$$

$$\kappa = (200 * 173 - 8117) / (200 * 200 - 8117)$$

$$\kappa = \mathbf{0,830630744}$$

Der statistische Kappa-Wert beträgt somit 0,83. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Skala für die Bewertung von den statistischen Kappa-Werten nach ORTIZ et al. (1997):

Tab. 15 Tabelle zur Bewertung von Kappa-Werten

| Kappa | Qualität |
|-------------|---------------|
| < 0,0 | Sehr schlecht |
| 0,00 - 0,20 | Schlecht |
| 0,20 - 0,40 | Akzeptabel |
| 0,40 - 0,60 | Gut |
| 0,60 - 0,80 | Sehr gut |
| 0,80 - 1,00 | Ausgezeichnet |

CONGALTON und GREEN (vgl. 2009, S.108) wiederum teilt den Kappa-Wert in drei verschiedene Gruppen ein. Ein Wert höher als 0,80 d.h. >80% repräsentiert eine hohe Übereinstimmung; ein Wert der zwischen 0,40 und 0,80 (40-80%) liegt liefert eine mittlere Übereinstimmung; und alle Werte die unter 0,40 also kleiner 40% ist entsprechen einer geringen Übereinstimmung.

Der Kappa-Wert der Klassifikation entspricht nach ORTIZ et al. (1997) einer ausgezeichneten Qualität bzw. nach CONGALTON und GREEN (2009) einer hohen Übereinstimmung. Daher sollte abschließend erwähnt werden, dass nicht nur die Abdeckung von knapp 97,95% sondern auch die Genauigkeitsabschätzung mit einer Gesamtgenauigkeit G_G von 86,5% ein überaus zufriedenstellendes Ergebnis gebracht hat.

5. Diskussion

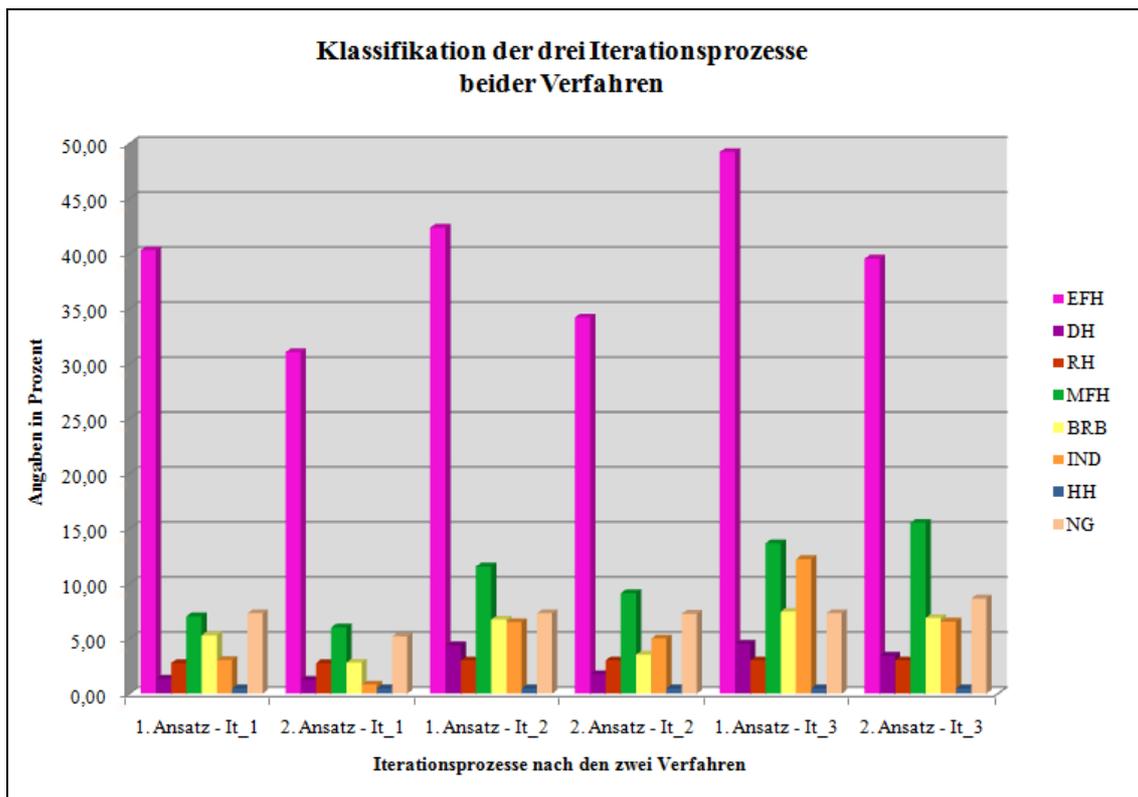
In der Tab. 16 sind die Ergebnisse der drei Iterationen des zweiten Ansatzes aufgelistet. Im Vergleich zum ersten Ansatz, ist die Abdeckung der Gebäude nach dem dritten Iterationsprozess deutlich gesunken. Wenn man die Abdeckung von knapp 16% zu den 2,05% des ersten Ansatzes gegenüberstellt, hat sich das Ergebnis auf den ersten Blick massiv verschlechtert. 333 Gebäude blieben nach der dritten Iteration unklassifiziert, das entspricht einer siebenfachen Verschlechterung. Das Ergebnis zeigt auch wesentlich weniger zugeordnete Einfamilienhäuser und ebenfalls weniger Gebäude die sich zum Gebäudetyp DH zählen. Die exakt gleiche Anzahl an klassifizierten Gebäuden eines Typs entspricht dem des RH und des HH. Durch die strengere Parameterregelung konnten jedoch mehr Gebäude des Typs MFH klassifiziert werden, aber im Gegenzug dazu auch wesentlich weniger Industrie- und Gewerbehallen. Fast um die Hälfte weniger Gebäude entsprechen dem Gebäudetyp IND, nämlich nur 6,55%. Dafür konnte der Gebäudetyp NG durch seine drei Iterationen eine wesentlich höhere Anzahl an Gebäuden abdecken.

Tab. 16 Ergebnisse der drei Iterationsprozesse (2. Ansatz)

| Gebäude | It_1 | % | It_2 | Summe | % | It_3 | Summe | % |
|-----------------|------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|--------------|
| EFH | 650 | 31,06 | 66 | 716 | 34,21 | 112 | 828 | 39,56 |
| DH | 26 | 1,24 | 11 | 37 | 1,77 | 35 | 72 | 3,44 |
| RH | 58 | 2,77 | 5 | 63 | 3,01 | 0 | 63 | 3,01 |
| MFH | 126 | 6,02 | 65 | 191 | 9,13 | 134 | 325 | 15,53 |
| BRB | 59 | 2,82 | 15 | 74 | 3,54 | 70 | 144 | 6,88 |
| IND | 17 | 0,81 | 88 | 105 | 5,02 | 32 | 137 | 6,55 |
| HH | 10 | 0,48 | 0 | 10 | 0,48 | 0 | 10 | 0,48 |
| NG | 109 | 5,21 | 43 | 152 | 7,26 | 29 | 181 | 8,65 |
| Summe | 1055 | 50,41 | 293 | 1348 | 64,41 | 412 | 1760 | 84,09 |
| unklassifiziert | 1038 | 49,59 | 745 | 745 | 35,59 | 333 | 333 | 15,91 |

Die nachfolgende Abbildung stellt im Vergleich zur Tab. 16 dieselben Ergebnisse nur als Säulendiagramm grafisch dar.

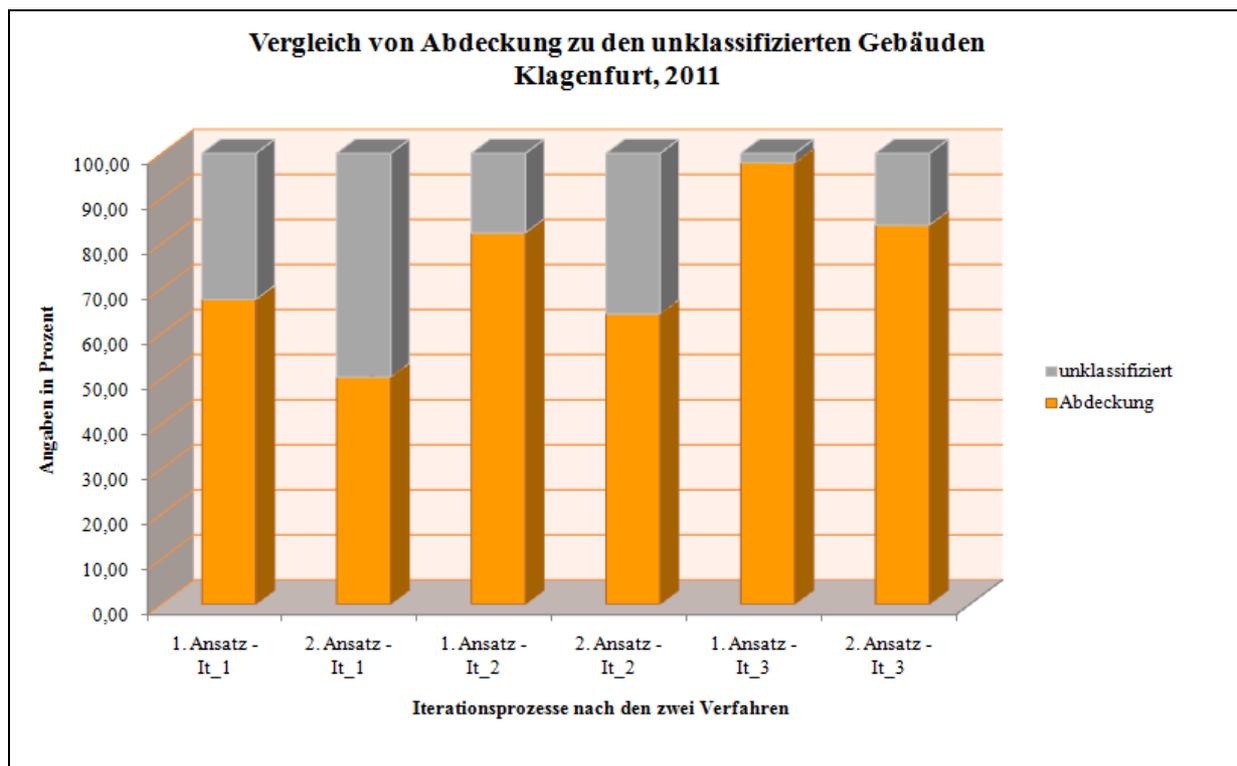
Abb. 40 Säulendiagramm der drei Iterationsprozesse beider Verfahren



Wenn man nun die drei Iterationen einzeln vergleicht, so ergeben sich folgende Unterschiede, die man nachfolgend auch in der Abb. 41 ablesen kann:

- Erster Ansatz und erste Iteration: 67,61 % Abdeckung und 678 unklassifizierte Gebäude
- Zweiter Ansatz und erste Iteration: 50,41% Abdeckung und 1038 unklassifizierte Gebäude
- Erster Ansatz und zweite Iteration: 82,37 % Abdeckung und 369 unklassifizierte Gebäude
- Zweiter Ansatz und zweite Iteration: 64,41% Abdeckung und 745 unklassifizierte Gebäude
- Erster Ansatz und dritte Iteration: 97,95 % Abdeckung und 43 unklassifizierte Gebäude
- Zweiter Ansatz und dritte Iteration: 84,09% Abdeckung und 333 unklassifizierte Gebäude

Abb. 41 Säulendiagramm der Abdeckung beider Verfahren



Wie bereits in Kapitel 4.6 erwähnt, ist neben der Abdeckung jedoch die Qualität der Ergebnisse entscheidend und von besonderem Interesse. Durch eine Absenkung der Abdeckung folgt eine Qualitätsverbesserung. Dazu ist für eine Genauigkeitsabschätzung des zweiten Ansatzes eine Konfusionsmatrix mit der gleichen Anzahl an zufällig gewählten Gebäuden berechnet worden. Die Tab. 17 veranschaulicht die neuen Ergebnissen der Konfusionsmatrix.

Tab. 17 Konfusionsmatrix (2. Ansatz)

| Ist (Klassifikation) | Soll (Referenz) | | | | | | | | | $\sum z$ | % |
|----------------------|-----------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-----|----------|---|
| | EFH | DH | RH | MFH | BRB | IND | HH | NG | | | |
| EFH | 43 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 48 | 89,58 | |
| DH | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 87,50 | |
| RH | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 100,00 | |
| MFH | 0 | 0 | 0 | 57 | 0 | 5 | 0 | 0 | 62 | 91,94 | |
| BRB | 0 | 0 | 0 | 2 | 20 | 0 | 0 | 0 | 22 | 90,91 | |
| IND | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 30 | 0 | 0 | 36 | 83,33 | |
| HH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 100,00 | |
| NG | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 15 | 93,33 | |
| $\sum s$ | 46 | 7 | 4 | 65 | 23 | 35 | 5 | 15 | 200 | | |
| % | 93,48 | 100,00 | 100,00 | 87,69 | 86,96 | 85,71 | 100,00 | 93,33 | | 90,00 | |

Die Konfusionsmatrix bestätigt die Fragestellung des zweiten Ansatzes. Durch die Senkung der Abdeckung der Gebäude, erfolgt zwingend eine Qualitätsverbesserung. Die obige Tabelle zeigt, dass sich die Gesamtgenauigkeit G_G der Klassifikation von 86,5% auf 90% erhöht hat. Daraus resultiert ein

Kappa-Wert von $\kappa = 0,87$. Die Kappa-Wert Einteilung nach ORTIZ et al. (1997) zeigt, dass der Wert im ausgezeichneten Bereich liegt und nach CONGALTON und GREEN (2009) findet der Parameter eine hohe Übereinstimmung. Zusammenfassend kann erwähnt werden, dass beide Ansätze ein ausgesprochen gutes Ergebnis lieferten. Eine höhere Genauigkeit ist im Grunde genommen, relativ unwahrscheinlich, da es sich bei einigen Gebäuden um Ausnahmefälle handelt, die nicht der „Norm“ entsprechen. Speziell bei den Gebäudetypen MFH und IND ist die Abgrenzung in eine der beiden Typen eher schwierig. Denn Industrie- und Gewerbeflächen sind im Vergleich zu Mehrfamilienhäusern meistens niedriger, weisen einen höheren Anteil an versiegelten Flächen auf und folglich einen geringeren Grünflächenanteil. Viele Industrieflächen befinden sich jedoch auf ehemals brachliegenden Flächen und erhöhen dort den Grünflächenanteil.

Die Strukturenkarte, die erneut die Klassifikation der Gebäudetypen im Testgebiet zeigt, hebt sich vor allem bei vier Punkten deutlich von der ersten Karte (siehe Abb. 37) ab. Der in rot eingefärbte Kreis in Abb. 42 zeigt vor allem den Gebäudetyp MFH, wobei die benachbarten Grundstücke bei dem zweiten Ansatz keine Zugehörigkeit finden konnten. Nach dem ersten Ansatz lieferte das Ergebnis jedoch den Gebäudetyp IND. Da diese Gebäude des roten Kreises anhand der Validierung nicht in das zufällige Sample gefallen sind, könnten diese Gebäude manuell überprüft und geändert werden. Die manuelle Überprüfung erfolgt online mit dem digitalen Stadtplan von Klagenfurt³³ der neben dem kartographischen Stadtplan auch im Vektorformat und als Luftbildkarte aus dem Jahre 2009 vorliegt.

All jene Gebäude die sich im großen schwarzen Kreis der Abb. 42 befinden, sind nach dem ersten Ansatz größtenteils klassifiziert worden und entsprechen einer typisch aufgelockerten Siedlungsbereich, welche sich aus EFH und DH kennzeichnet. In der Validierungskarte des ersten, aber auch des zweiten Ansatzes sind einige Gebäude vom schwarzen Kreis in die zufällige Auswahl selektiert worden und bis auf ein Gebäude des zweiten Ansatzes entsprechen diese dem richtigen Gebäudetyp.

Jene Gebäude des blauen Kreises dieser Abbildung blieben unklassifiziert, obwohl sie laut ersten Ansatz dem Gebäudetyp MFH entsprechen sollten. Auch in diesem Beispiel muss wie vergleichsweise beim roten Kreis auf die manuelle Variante der Überprüfung mittels digitalen Stadtplans von Klagenfurt zurückgegriffen werden, da im Zuge der Genauigkeitsabschätzung keine Aufnahme ins Sample erfolgte.

³³ Quelle: <http://www.gis-klagenfurt.at> [17.05.11]

Ein gutes und leicht erklärbares Beispiel zeigt der kleine schwarze Kreis. Die Klassifikation hat sowohl im ersten als auch im zweiten Ansatz den Gebäudetyp Industrie- und Gewerbehallen ergeben. Ebenfalls ist bei beiden Genauigkeitsabschätzungen dieses Gebäude in die Auswahl selektiert worden und beide lieferten dasselbe Ergebnis, dass das Gebäude dem falschen Gebäudetyp entsprach. Wie man aus der Tab. 17, der Konfusionsmatrix, entnehmen kann, handelt es sich hierbei eigentlich um den Gebäudetyp MFH.

Die Abb. 43 zeigt das Ergebnis der Genauigkeitsabschätzung des Testgebiets nach dem zweiten Ansatz mit der Auswahl der 200 Gebäude.

Zusammenfassend darf erwähnt werden, dass sowohl der erste als auch der zweite Ansatz ein sehr gutes Ergebnis lieferte. Einer manuellen Überprüfung mit ggf. adressbezogenen Daten aus dem digitalen Stadtplan von Klagenfurt müssen sich demnach beide Ansätze unterziehen.

Abb. 42 Klassifikation der Liegenschaften nach Gebäudetypen (2. Ansatz)

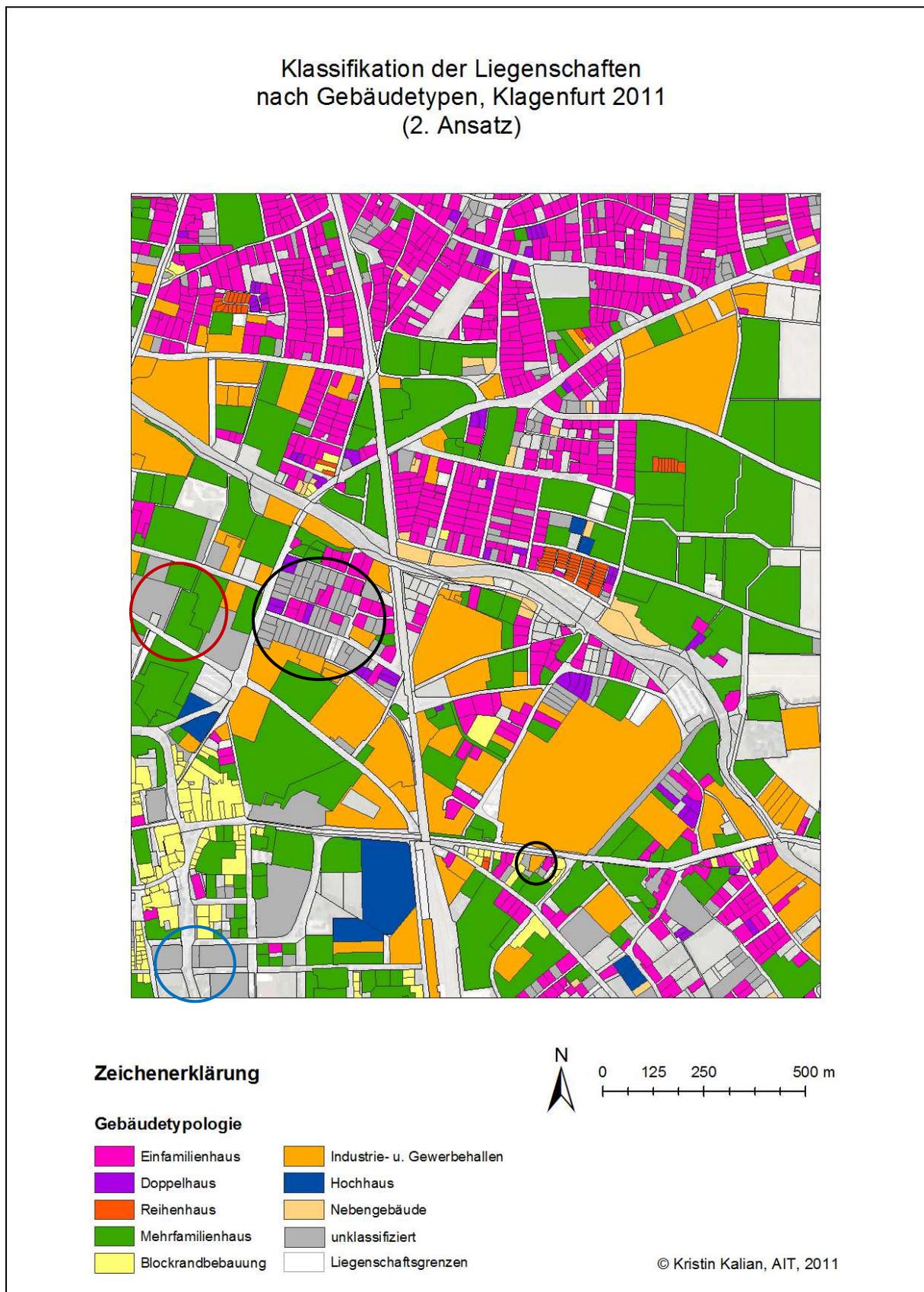


Abb. 43 Validierungskarte (2. Ansatz)



6. Zusammenfassung, Conclusio, Ausblick

Das Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit, ist die automatisierte Ableitung unterschiedliche Bauweisen von Gebäudetypen anhand der Parameter Höhe, Fläche, Lage und Grünflächenanteil. Dazu ist eine GIS-gestützte Methode, in Form eines Regelsystems, entwickelt und implementiert worden. Die Parameter Höhe und Fläche von Gebäuden, sowie der Grünflächenanteil stammen von den LISA Landbedeckungsdaten. Anhand der Liegenschaftsgrenzen des Katasters ist die Liegenschaftsfläche bekannt. Eine räumliche Verschneidung beider Datensätze gibt folglich einen Hinweis auf die Lage der Gebäude am Grundstück. Zu Beginn fand eine Definition der Parameterregeln Gebäudehöhe, Gebäudefläche, Grundstücksfläche, Lage des Grundstücks und Grünflächenanteil statt. Durch die Kombination dieser fünf Parameter lassen sich nachfolgend acht Gebäudetypen ableiten. Der regelbasierte Algorithmus bildet sich durch drei Iterationen ab, die schrittweise die Gebäude des Untersuchungsgebietes in einen Gebäudetypen automatisch klassifizieren.

Den größten Zeitaufwand verursachte die Datenaufbereitung der Liegenschaftsgrenzen, die LISA Landbedeckungsdaten konnten direkt verwendet werden. Nach diesem Vorgang sind sämtliche Prozesse in Form eines ArcGIS Modells umgesetzt worden, welche die Ausgangsdaten für die automatisierte Klassifikation lieferten. Die Klassifikation von Gebäudetypen charakterisierte sich durch drei Iterationsdurchläufe. Die einzelnen Schritte dieser Methode ließen sich mit ArcGIS 9.2 leicht umsetzen und sinnvoll implementieren. Jeder dieser Iterationsprozesse begann je nach Gebäudetypp mit einer SQL-Abfrage der Parameter in der Attributtabelle. Eine bestimmte Definition der Werte der einzelnen Parameter selektierte die Gebäude, die eine Zuordnung zu einem Gebäudetypp fanden. Dieser Gebäudetypp konnte mit einem Wert zwischen eins und acht versehen werden, der eine Einteilung zu einem der acht Gebäudetyppen definierte. Das Ergebnis der drei Iterationsprozesse ist ein ArcGIS Modell, welches zukünftig für diverse Testgebiete auf LISA Landbedeckungsdaten österreichweit angewendet werden kann.

Die Klassifikation von Gebäudetyppen führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Das Ergebnis der dritten Iteration lieferte eine Abdeckung von 97,95% mit einem äußerst geringen Anteil von 2,05% an unklassifizierten Gebäuden. Bei den Gebäuden, die in keiner Klasse eine Zugehörigkeit fanden, handelt es sich ausschließlich um Ausreißer. Es sind jene Gebäude, die sich aufgrund ihrer Höhe, Fläche, Lage und Grünflächenanteil in keiner Klasse wiedergefunden haben. Im Anschluss der Klassifikation hat eine Genauigkeitsabschätzung die Qualität der Ergebnisse validiert. Die Gesamtgenauigkeit dieser Prüfung hat einen Wert von 86,5% ergeben. Der Kappa-Wert der Konfusionsmatrix zeichnete sich mit einer hohen Übereinstimmung aus und lieferte somit einen Wert von 0,83. Als Resultat steht einer Realisierung dieser Methode in Form von weiteren Datensätzen nichts im Wege.

Im Vergleich dazu hatte der zweite Ansatz mit 84,09% zwar eine wesentlich geringere Abdeckung erzielt, dafür verbesserte sich die Qualität der Genauigkeitsabschätzung mit einer Gesamtgenauigkeit von 90% und erreichte einen Kappa-Wert von 0,87. Werden nun beide Ansätze miteinander verglichen, so entspricht der erste Ansatz einer hohen Abdeckung und einer geringeren Qualität, und der zweite Ansatz einer niedrigeren Abdeckung und dafür höheren Qualität. So kann der Nutzer je nach Verwendungszweck entscheiden, welcher Ansatz ein entsprechendes Ergebnis liefern soll.

In Bezug auf die Siedlungsstrukturen lassen sich folgende Aussagen über das Testgebiet Klagenfurt treffen:

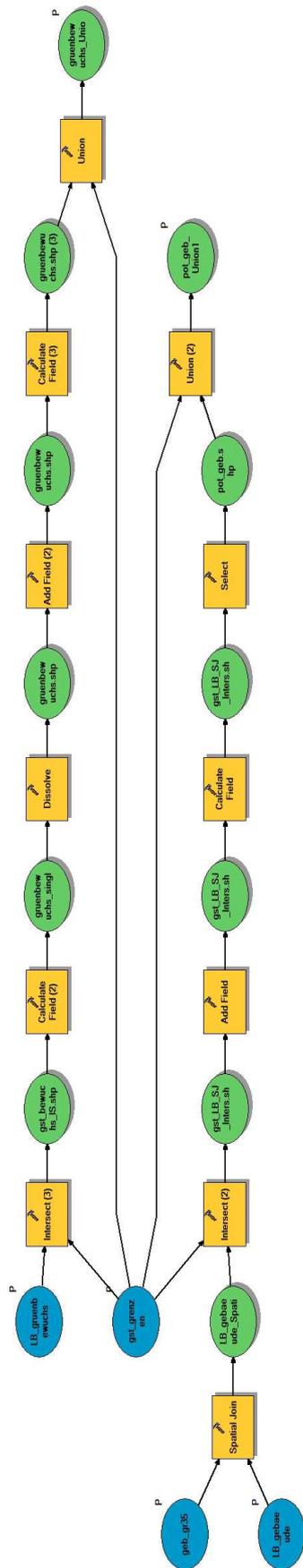
Nach erstem Ansatz sind beinahe die Hälfte aller Gebäude als Einfamilienhäuser klassifiziert worden. Daher zählt das Testgebiet eher zu einem urban geprägten Siedlungsgebiet, mit vielen Einfamilienhäusern und einen geringeren Anteil an Blockrandbebauungen. Generell zeigt das Testgebiet eine Nutzungsmischung der unterschiedlichen Gebäudetypen auf, aber ein dominantes Auftreten von den jeweiligen Gebäuden in diesen Bereich ist in der Strukturenkarte zu sehen.

Um auf die GIS-gestützte Methode zurückzukommen, darf an dieser Stelle erwähnt werden, dass der regelbasierte Ansatz mit ArcGIS limitiert ist. Formparameter können im Prinzip in ArcGIS nicht berücksichtigt werden, außer es wird ein benutzerdefiniertes/spezielles Skript in der Programmiersprache Python für diese Methode geschrieben. Andernfalls bleibt die Möglichkeit, die Software *Definiens Professional* von Trimble (ehemals *eCognition*) anzuwenden. Es beinhaltet Formparameter, wie langgestreckt, bis zu welchem Grad quadratisch, wie rechteckig ein Objekt ist, das Verhältnis von Länge zu Breite, sowie die Exposition. Eine kleine Anzahl jener Parameter die das Ergebnis einer Klassifikation von Gebäudetypen höchstwahrscheinlich erhöhen würde. Ein anderer Klassifikationszugang wäre eine Fuzzy Logic Methode, die MEINEL et al. in SCHRENK et al. (2007, S.818) bereits anwendete, da dieser Ansatz mehrere Möglichkeiten einer Gewichtung liefert. Diese Fuzzy Logic Methoden könnten auch mit *Definiens Professional* umgesetzt werden.

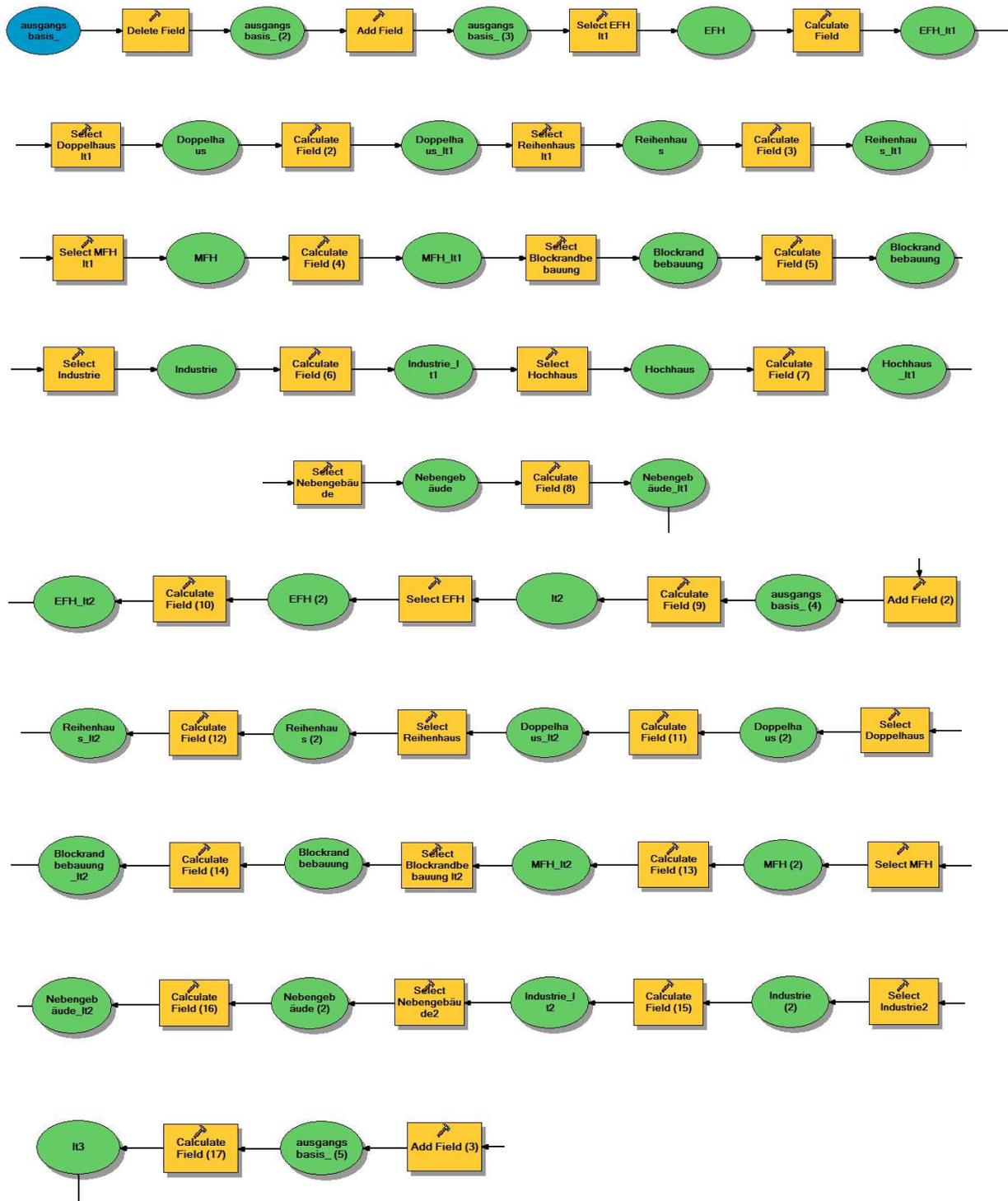
Im Allgemeinen sind Informationen von unterschiedlichen Gebäudetypen aber nicht nur für Siedlungsstrukturen in Hinblick auf eine nachhaltige Siedlungsentwicklung und gegen eine Zersiedelung erforderlich. Auch das Ausweisen von Baulandreserven ist für die Stadtplanung und für Bauträger von besonderem Interesse. Gebäude mit thematischer Information sind aber auch im Hinblick auf die Bevölkerungsmodellierung eine gute Basis. Beim Modellansatz einer solchen Modellierung nach AUBRECHT et al. (2008, S.15-25) könnte durch die Information der Gebäudetypen die Anzahl der Personen pro Gebäude hochgerechnet werden und folglich wäre eine Ableitung der Bevölkerungszahl möglich. Egal ob für kartographische, raumplanerische oder statistische und demographische Zwecke, eine GIS-gestützte Methode zur Klassifikation von Gebäudetypen ist in vielerlei Hinsicht anzuwenden.

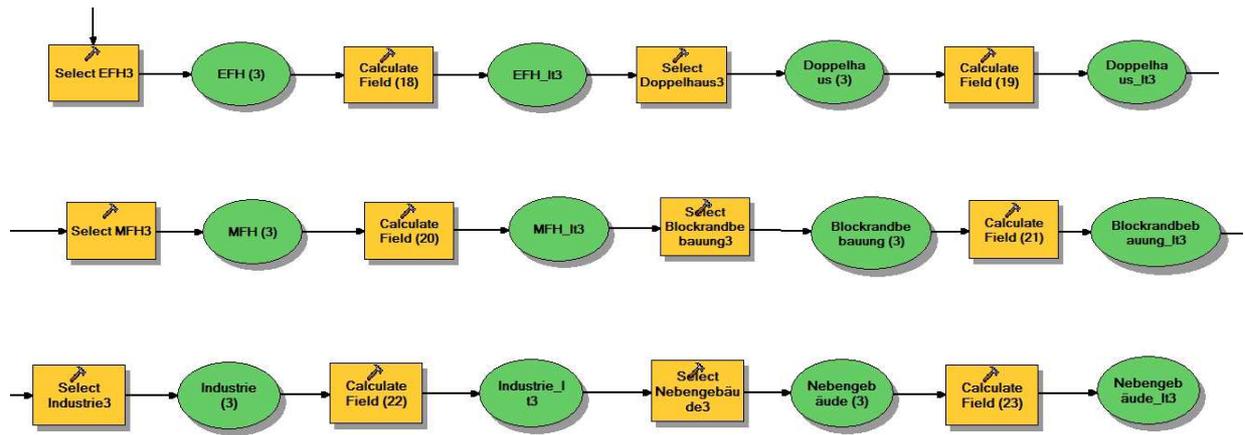
IV Anhang

ArcGIS Modell für Vorklassifikation



Klassifikation von Gebäudetypen





SQL-Codes

Erster Iterationsprozess

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

```
"Join_Count" = 1 AND "Gebäudehöhe" >= 3 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "Gebäudefläche" < 500 AND "Grundstücksfläche" < 2000 AND "It_1" = 0
```

DH (Zugehörigkeitswert 2)

```
"Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 175 AND "Gebäudehöhe" >= 5 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "It_1" = 0 AND "Grünflächenanteil" >= 15
```

RH (Zugehörigkeitswert 3)

```
"Join_Count" > 3 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 175 AND "Gebäudehöhe" >= 5 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "It_1" = 0 AND "Grünflächenanteil" >= 15
```

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

```
"Grundstücksfläche" >= 2000 AND "Gebäudefläche" <= 10000 AND "Gebäudefläche" >= 125 AND "Gebäudehöhe" >= 8 AND "Gebäudehöhe" < 20 AND "It_1" = 0
```

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

```
"Join_Count" >= 3 AND "Grundstücksfläche" >= 125 AND "Grundstücksfläche" < 2000 AND "Gebäudefläche" < 2000 AND "Gebäudehöhe" >= 8 AND "Gebäudehöhe" < 20 AND "It_1" = 0
```

IND (Zugehörigkeitswert 6)

```
"Grundstücksfläche" >= 2000 AND "Gebäudefläche" >= 1000 AND "Gebäudehöhe" < 10 AND "It_1" = 0
```

HH (Zugehörigkeitswert 7)

```
"Gebäudehöhe" >= 20 AND "It_1" = 0
```

NG (Zugehörigkeitswert 8)

```
"Gebäudehöhe" < 3 AND "Gebäudefläche" < 125 AND "It_1" = 0
```

Zweiter Iterationsprozess

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

"It_1" = 0 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Grundstücksfläche" < 2500 AND "Gebäudefläche" >= 100 AND "Gebäudefläche" < 750 AND "Join_Count" <> 2 AND "Gebäudeteile" <= 3 AND "Join_Count" <= 3 AND "Grünflächenanteil" >= 25

DH (Zugehörigkeitswert 2)

"It_1" = 0 AND "Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 1500 AND "Gebäudefläche" < 175 AND " Gebäudehöhe " >= 3 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Gebäudeteile" = 2

RH (Zugehörigkeitswert 3)

"Join_Count" > 3 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 100 AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 8 AND "It_2" = 0

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

"Grundstücksfläche" >= 1000 AND "Gebäudefläche" >= 125 AND "Gebäudefläche" <= 2500 AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND "It_2" = 0 AND "Grünflächenanteil" >= 25 AND "Gebäudeteile" >= 2

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

"It_2" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 11 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND "Grundstücksfläche" < 2500 AND "Gebäudefläche" < 2500 AND "Grünflächenanteil" < 15

IND (Zugehörigkeitswert 6)

"It_2" = 0 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Grundstücksfläche" >= 1000 AND "Grünflächenanteil" <= 10

Dritter Iterationsprozess

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

"It_2" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 3 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Gebäudefläche" < 750
AND "Grundstücksfläche" < 2000 AND "Join_Count" <= 2

DH (Zugehörigkeitswert 2)

"It_3" = 0 AND "Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 1500 AND "Gebäudefläche" < 175

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

"It_3" = 0 AND "Join_Count" <= 2 AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND
"Grundstücksfläche" >= 125 AND "Grundstücksfläche" < 10000 AND "Gebäudefläche" < 750 AND
"Gebäudeteile" < 5

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

"It_3" = 0 AND "GEBÄUDEHÖHE" >= 5 AND "Grundstücksfläche" < 2500 AND "Gebäudefläche"
< 2500 AND "Join_Count" > 3

IND (Zugehörigkeitswert 6)

"It_3" = 0 AND "Grundstücksfläche" >= 1000 AND " Gebäudehöhe " < 10

Erster Iterationsprozess – 2. Ansatz

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

"Join_Count" = 1 AND "Gebäudehöhe" >= 4 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "Grundstücksfläche" < 2000 AND "Gebäudefläche" < 250 AND "Grünflächenanteil" >= 15

DH (Zugehörigkeitswert 2)

"It1" = 0 AND "Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 175 AND "Gebäudehöhe" >= 5 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "Grünflächenanteil" >= 15

RH (Zugehörigkeitswert 3)

"Join_Count" > 3 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 175 AND "Gebäudehöhe" >= 5 AND "Gebäudehöhe" < 11 AND "It1" = 0 AND "Grünflächenanteil" >= 15

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

"It1" = 0 AND "Grundstücksfläche" >= 2000 AND "Gebäudefläche" > 125 AND "Gebäudefläche" <= 10000 AND "Gebäudehöhe" >= 8 AND "Gebäudehöhe" < 20 AND "Grünflächenanteil" >= 25 AND "Gebäudeteile" >= 2

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

"It1" = 0 AND "Join_Count" >= 3 AND "Grundstücksfläche" >= 125 AND "Grundstücksfläche" < 2000 AND "Gebäudefläche" >= 125 AND "Gebäudefläche" < 2000 AND "Gebäudehöhe" >= 8 AND "Gebäudehöhe" < 20 AND "Grünflächenanteil" < 15

IND (Zugehörigkeitswert 6)

"Grundstücksfläche" >= 2000 AND "Gebäudefläche" >= 1000 AND "Gebäudehöhe" < 10 AND "It1" = 0 AND "Grünflächenanteil" < 10 AND "Gebäudeteile" >= 2

HH (Zugehörigkeitswert 7)

"It1" = 0 AND "Gebäudehöhe" >= 20

NG (Zugehörigkeitswert 8)

"It1" = 0 AND "Gebäudehöhe" < 3 AND "Gebäudefläche" < 75

Zweiter Iterationsprozess – 2. Ansatz

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

"It2" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 3 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Grundstücksfläche" < 2000
AND "Gebäudefläche" >= 100 AND "Gebäudefläche" < 300 AND "Join_Count" <> 2 AND
"Join_Count" <= 3 AND "Grünflächenanteil" >= 25

DH (Zugehörigkeitswert 2)

"It2" = 0 AND "Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 1000 AND "Gebäudefläche" < 175
AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND " Gebäudeteile " = 2

RH (Zugehörigkeitswert 3)

"Join_Count" > 3 AND "Grundstücksfläche" < 550 AND "Gebäudefläche" < 100 AND " Gebäude-
höhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 8 AND "It2" = 0

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

"Grundstücksfläche" >= 1000 AND "Gebäudefläche" >= 125 AND "Gebäudefläche" <= 2500 AND "
Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND "It2" = 0 AND "Grünflächenanteil" >= 30
AND " Gebäudeteile " >= 2

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

"It2" = 0 AND "Join_Count" >= 3 AND " Gebäudehöhe " >= 11 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND
"Grundstücksfläche" < 2500 AND "Gebäudefläche" < 2500 AND "Grünflächenanteil" < 15

IND (Zugehörigkeitswert 6)

"It2" = 0 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Grundstücksfläche" >= 1000 AND "Grünflächenanteil"
<= 10

NG (Zugehörigkeitswert 8)

"It2" = 0 AND " Gebäudehöhe " < 3 AND "Gebäudefläche" < 125

Dritter Iterationsprozess – 2. Ansatz

EFH (Zugehörigkeitswert 1)

"It3" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 3 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND "Gebäudefläche" < 500
AND "Grundstücksfläche" < 3000 AND "Join_Count" <> 2 AND "Join_Count" <= 3 AND " Gebäu-
deteile " < 3

DH (Zugehörigkeitswert 2)

"It3" = 0 AND "Join_Count" = 2 AND "Grundstücksfläche" < 1500 AND "Gebäudefläche" < 200
AND " Gebäudehöhe " > 5 AND " Gebäudehöhe " < 11 AND " Gebäudeteile " <= 3

MFH (Zugehörigkeitswert 4)

"It3" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND " Gebäudehöhe " < 20 AND "Join_Count" <= 2 AND
"Gebäudefläche" >= 250 AND "Gebäudefläche" < 2000

BRB (Zugehörigkeitswert 5)

"It3" = 0 AND " Gebäudehöhe " >= 5 AND "Grundstücksfläche" < 7500 AND "Gebäudefläche" <
2500 AND "Join_Count" >= 3

IND (Zugehörigkeitswert 6)

"It3" = 0 AND "Gebäudefläche" >= 500 AND "Grundstücksfläche" >= 1000 AND " Gebäudehöhe "
< 10

NG (Zugehörigkeitswert 8)

"It3" = 0 AND "Join_Count" <= 2 AND "Gebäudefläche" < 75 AND " Gebäudehöhe " < 4

V Literatur

AUBRECHT, C., STEINNOCHER, K., HOLLAUS, M., WAGNER, W. (2008): Integrating earth observation and GIScience for high resolution spatial and functional modeling of urban land use. In: Computers, Environment and Urban Systems. No. 33, S.15-25

BMBAU (1983): Stadtbild und Gestaltung. Modellvorhaben Hameln, Stadtbildanalyse und daraus abgeleitete Entwicklungsmaßnahmen für den historischen Altstadtbereich – Empfehlungen zur Kontinuität und Innovation in der Stadtgestalt. (BMBau) = Schriftennr. „Stadtentwicklung“ 02.033, Bonn

BORSODORF, A. UND BENDER, O. (2010): Allgemeine Siedlungsgeographie. Böhlau - Wien, Köln, Weimar

CIHLAR, J. & JANSEN, L.J.M. (2001): From Land Cover to Land Use: A Methodology for Efficient Land Use Mapping over Large Areas. In: The Professional Geographer, 53, H.2. S.275-289.

CURDES, G. (1997): Stadtstruktur und Stadtgestaltung. Kohlhammer - Stuttgart

CONGALTON, R.G., GREEN, K. (2009): Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data. Principles and Practices. CRC Press. Taylor & Francis Group - Boca Raton

DOUBEK, C. & HIEBL, U. (2001): Soziale Infrastruktur, Aufgabenfeld der Gemeinden. In: Österreichische Raumordnungskonferenz (Hrsg.), ÖROK-Schriftenreihe Nr. 158. Wien

FASSMANN, H. (2004): Stadtgeographie I: Allgemeine Stadtgeographie. Das Geographische Seminar. Westermann - Braunschweig

HEINEBERG, H. (2006): Stadtgeographie. Schöningh - Paderborn et al.

HIGGINS, A. (2004): Brownfield site management. Experience and best practice in the UK at local authority level. Manuskript zum Vortrag. Tagung “Wir machen Boden gut”, 25. – 27. April 2004, Tutzing

HOGGART, K. (2004): Brownfield versus greenfield in UK housing development. Manuskript zum Vortrag. Tagung “Wir machen Boden gut”, 25. – 27. April 2004, Tutzing

HÜLSMANN, W. (2001): Potenziale und Strategien einer flächensparenden Siedlungsentwicklung. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Versiegelt Österreich? Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen. Tagungsbericht, Band 30. Wien

KATES, R.W., TURNER II, B.L., CLARK, W.C. (1990): The Great Transformation. In: Turner II, B. L., CLARK, W.C., KATES, R.W., RICHARDS, J. F., MATHEWS, J. T. & MEYER, W. B. (Hrsg.): The earth has transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years. (Cambridge University Press). Cambridge, S.1-17

KLÖPPER, R. (1995): Stadtypologien. In: Treuner, P. (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. ARL - Hannover, S.911-916

KORDA, M. (2005): Bevölkerungsstruktur und Siedlungswesen. In: Korda, M. (Hrsg.): Städtebau. Technische Grundlagen. Teubner Verlag - Wiesbaden, S.96-132

LAMBIN E.F., GEIST, H.J. & RINDFUSS, R.R. (2006): Introduction: Local Processes with Global Impacts. In: LAMBIN, E. F. & GEIST, H. J. (Hrsg.): Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. (Springer) Berlin. S.1-8., 2006

LAMBIN E.F., TURNER II, B.L., GEIST, H.J., AGBOLA, S.B., ANGELSEN, A., BRUCE, J.W., COOMES, O.T., DIRZO, R., FISCHER, G., FOLKE, C., GEORGE, P.S., HOMEWOOD, K., IMBERNON, J., LEEMANS, R., LI, X., MORAN, E.F., MORTIMORE, M., RAMAKRISHNAN, P.S., RICHARDS, J.F., SKANES, H., STEFFEN, W., STONE, G.D., SVEDIN, U., VELDKAMP, A.T., VOGEL, C. & XU, J. (2001): The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. In: Global Environmental Change, 11. S.261-269.

LICHTENBERGER, E. (2002): Die Stadt. Von der Polis zur Metropolis. Wiss. Buchges. - Darmstadt

MEINEL G., HECHT R., HEROLD H. (2009): Verfahren zur Erhebung, Analyse und Visualisierung von Gebäudebestands- und Siedlungsentwicklungen auf Grundlage Topographischer Kartenreihen. In: Land Use Economics and Planning – Discussion Paper, No. 09-07. Göttingen

MEINEL G., HECHT R., HEROLD H., SCHILLER G. (2008): Automatische Ableitung von stadtstrukturellen Grundlagendaten und Integration in einem Geographischen Informationssystem. In: BMVBS (Hrsg.): Forschungen. Heft 134. Bonn

MEINEL, G., HEROLD, H., HECHT, R. (2007): Gebäudebasierte, vollautomatische Erhebung und Analyse der Siedlungsstruktur – Grundlage für Monitoring und Bewertung der Siedlungsentwicklung. . In: Schrenk M., Popovich V., Benedikt J. (Eds.): *REAL CORP 2007. Proceedings of 12th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*. CORP – Competence Center of Urban and Regional Planning, Schwechat-Rannersdorf, S.815-824

MEYER, J. (2003): Städtebau. Ein Grundkurs. Kohlhammer - Stuttgart

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005): Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. (Island Press) Washington

NIEMEIER, G. (1977): Siedlungsgeographie. Das Geographische Seminar. Westermann - Braunschweig

ORFORD, S., RADCLIFFE, J. (2006): Modelling UK residential dwelling types using OS Mastermap data: A comparison to the 2001 census. In: Computers, Environment and Urban Systems S.206-227

ORTIZ, M.J., FORMAGGIO A.R., EPIPHANIO, J.C.N. (1997): Classification of croplands through integration of remote sensing, GIS and historical database. In: International Journal of REMOTE SENSING, 1997, Vol. 18, Nr. 1, S.95-105

RIEDL, A. (2008): Vorlesung und Übung "Multimediatechnologie und Geokommunikation". Universität Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung, gelesen im WS 2008/09, Wien

SCHNEIDER, W. (2004): Möglichkeiten der Fernerkundung zur Kartierung der Landbedeckung. In: Grillmayer, R., Schneider, W. (Hrsg.): Geodaten zur Landbedeckung in Österreich. Shaker Verlag - Aachen. S.9-17.

SCHWARZ, G. (1989a): Allgemeine Siedlungsgeographie. Teil 1. Die ländlichen Siedlungen. Die zwischen Land und Stadt stehenden Siedlungen. Walter de Gruyter & Co. - Berlin – New York

SCHWARZ, G. (1989b): Allgemeine Siedlungsgeographie. Teil 2. Die Städte. Walter de Gruyter & Co. - Berlin – New York

STEINNOCHER K., BANKO G., WEICHSELBAUM J. (2011): Planungsrelevante Datengrundlagen für Österreich: LISA – Land Information System Austria. In: Schrenk M., Popovich V., Zeile P. (Eds.): *REAL CORP 2011. Proceedings of 16th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*. CORP – Competence Center of Urban and Regional Planning, Schwechat-Rannersdorf, S.707-714

UMWELTBUNDESAMT (2004): Umweltsituation in Österreich: Siebenter Umweltkontrollbericht des Bundesministers an den Nationalrat. Wien: Umweltbundesamt GmbH.

WEICHSELBAUM J., BANKO G., HOFFMANN C., RIEDL M., SCHARDT M., STEINNOCHER K., WAGNER W., WALLI A. (2009): Land Information System Austria (LISA): Bedarfsgerechte Landnutzungsinformationen für die öffentliche Verwaltung. In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2009, Beiträge zum 21. AGIT-Symposium Salzburg*, 8. - 10. Juli, Wichmann - Salzburg, S.492-497

Internetquellen

BANKO, G., GRILLMAYER, R., ORTNER, S., PERGER, C. (2010): Land Information System Austria. ASAP VI – GMES. Lisa Datenmodell – Textteil, VerS.3.1. URL: http://www.landinformationssystem.at/tl_files/lisa/lisa/dokumente-/Datenmodell/LISA_Datenmodell_V_3_1_BeschreibungS.pdf [Stand: 05.09.2011]

FREY, R.L. (2011): Räumliche Entwicklung und Zersiedelung. Beiträge zur aktuellen Wirtschaftspolitik No. 2011-01. Basel URL: <http://www.crema-research.ch/bawp/2011-01.pdf> [Stand: 03.11.11]

GOETZKE, R. (2011): Entwicklung eines fernerkundungsgestützten Modellverbundes zur Simulation des urban-ruralen Landnutzungswandels in Nordrhein-Westfalen. Dissertation. Bonn URL: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2577/2577a.pdf> [05.04.2011]

KLAGENFURTER BEBAUUNGSVERORDNUNG – KBPVO. URL: <http://www.klagenfurt.at/klagenfurt-am-woerthersee/downloads/PL-Bebauungsplanverordnung0710.pdf> [Stand: 24.08.2011]

SMITH, D.A., CROOKS, A.T. (2010): From Buildings to Cities: Techniques for the Multi-Scale Analysis of Urban Form and Function. UCL Working Paper Series. Paper 155 URL: <http://eprints.ucl.ac.uk/20360/1/20360.pdf> [05.04.2011]

STATISTISCHES JAHRBUCH KLAGENFURT (2010): Statistisches Jahrbuch der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee 2010. Berichtsjahr 2009/10. URL: http://www.klagenfurt.at/klagenfurt-am-woerthersee/downloads/Jahrbuch2010_1.pdf [Stand: 20.09.2011] S.226

RAITH, E. (1998): Stadtmorphologie. Annäherungen, Umsetzungen, Aussichten. Habilitationsschrift, TU Wien. URL: http://www.stb.tuwien.ac.at/fileadmin/user_upload/Forschung-/Publikationen/Stadtmorphologie_raith.pdf [Stand: 15.09.2011]

UMWELTBUNDESAMT (o.J.): Zerschnitten, versiegelt, verbaut? – Flächenverbrauch und Zersiedelung versus nachhaltige Siedlungsentwicklung. URL: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/raumplanung-/2_flaechenverbrauch/Downloads/Manuskript_Gr_nStadtGrau_Download.pdf [Stand: 03.11.11]

UMWELTBUNDESAMT (2005): Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Qualitative Lebensraumveränderung durch Flächenverbrauch. URL: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news2006/NNT_Flaechenverbrauch.pdf [Stand: 03.11.11]

Allgemeine Internetquellen

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2> [Stand: 08.03.11]

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/flchen-inanspruch/> [22.08.2011]

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/flchen-inanspruch/ursachen/> [22.08.2011]

<http://commin.org/en/bsr-glossaries/national-glossaries/germany/raumstruktur-und-siedlungsstruktur.html> [Stand: 18.08.2011]

<http://www.ioer.de/forschung/monitoring-der-siedlungs-und-freiraumentwicklung/fb-m-thema-1/automatische-klassifikation/> [Stand: 18.08.2011]

http://www.mygeo.info/skripte/skript_bevoelkerung_siedlung/siedl5.htm [Stand: 28.10.11]

http://www.e-geography.de/module/stadt_2/html/Stadtgliederung.swf [Stand: 28.10.11]

<http://www.ioer.de/forschung/monitoring-der-siedlungs-und-freiraumentwicklung/> [12.09.11]

http://www.pt.rwth-aachen.de/dokumente/071022_stadtstrukturen_teil2.pdf

<http://www.baurecht.at/?r=REC0001060001170008484175> [Stand: 24.08.2011]

http://www.bauordnung.at/oesterreich/niederoesterreich-/niederoesterreich_bauordnung_-_paragraph_70.php [Stand: 24.08.2011]

http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege/bebauungsbestimmungen/bebauungsplan-_einseitigoffene_bauweise.jpg, [Stand: 24.08.2011]

http://www.bauordnung.at/oesterreich/niederoesterreich-/niederoesterreich_bauordnung_paragraph_70.php [Stand: 24.08.2011]

http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege/bebauungsbestimmungen-_bebauungsplan/gekuppelte_bauweise.jpg [Stand: 24.08.2011]

<http://www.baurecht.at/?r=REC0001060001170008484175> [Stand: 24.08.2011]

http://www.luxbau.at/planung/themenundbeitraege-/bebauungsbestimmungen-/bebauungsplan/geschlossene_bauweise.jpg

[Stand: 24.08.2011]

http://www.klagenfurt.at/klagenfurt-am-woerthersee-/wussten_sie.asp [Stand: 20.09.2011]

<http://www.fe-lexikon.info/lexikon-k.htm#klassifikation> [Stand: 18.08.2011]

http://www.siedeln.architektur.tu-darmstadt.de/eus/lehre_projekte_siedeln/p1_mehr_4.de.jsp [Stand: 15.09.2011]

<http://www.stuck-und-dielen.de-/Blockrandbebauung.htm> [Stand: 15.09.2011]

http://www.bev.gv.at/portal/page?_dad=portal&_pageid=713.1603883&_schema=PORTAL [Stand: 25.08.2011]

<http://www.gis-klagenfurt.at> [17.05.11]

VI Lebenslauf

Kristin Kalian
Auer-Welsbach-Str. 3/8/4
A-1230 Wien

Tel.: +43 (0) 699 - 11 77 00 19
Mail to: kristin.kalian@gmail.com



Curriculum Vitae

geboren am 19. August 1982 in Villach
österreichische Staatsbürgerin

Studium

| | |
|-----------------------|--|
| Okt. 2006 – Mai 2008 | Geographie Institut für Geographie & Regionalforschung (IfGR), Universität Wien |
| Mai 2009 | Abschluss des 1. Studienabschnitts (1. Diplom) |
| Mai 2009 – dato | Kartographie und Geoinformation IfGR, Kartographie & Geoinformation, Universität Wien Teilnahme an div. Lehrveranstaltungen im GIS-Bereich an der TU-Wien (Institut für Geoinformation & Kartographie) |
| November 2011 | Abschluss des 2. Studienabschnitts (2. Diplom) |
| Feb. 2011 – Nov. 2011 | Diplomarbeit Universität Wien, IfGR/KG & Austrian Institute of Technology <i>„Klassifikation von Gebäudetypen – Analyse von Landbedeckungsdaten und Liegenschaftsgrenzen zur Identifikation von Bauweisen“</i> Betreuer: Universität Wien, IfGR: Univ.-Prof., DI Dr. Wolfgang KAINZ Betreuer: AIT: Dr. Klaus STEINNOCHER |

Berufserfahrung

| | |
|------------------------|---|
| Feb. 2011 – Juli 2011 | AIT – Austrian Institute of Technology, Wien Diplomarbeit: <i>„Klassifikation von Gebäudetypen – Analyse von Landbedeckungsdaten und Liegenschaftsgrenzen zur Identifikation von Bauweisen“</i> Betreuer: Dr. K. Steinnocher |
| Sept. 2009 – dato | Freytag & Berndt und Artaria KG, Wien Abteilung Kartographie/Wanderkarten |
| Aug. 2007 – Dez. 2008 | Geringfügige Beschäftigung bei der Internationalen Touristischen Werbegemeinschaft „Die Donau“ als <i>Assistentin der Geschäftsleitung</i> , Wien |
| Dez. 2006 – Aug. 2007 | Geringfügige Beschäftigung im 5*Hotel Sacher als <i>Hostess</i> , Wien |
| März 2005 – Aug. 2006 | Vienna Marriott Hotel, Österreich <i>Reservation Sales Agent</i> |
| März 2004 – Nov. 2004 | Marriott Hotels International Ltd., London (GB) <i>Reservation Sales Agent</i> |
| April 2003 – Dez. 2003 | Wellness- und Genießerhotel Karnerhof, Österreich <i>Seminarbetreuerin</i> |

- Dez. 2002 – März 2003 Casinos Austria Bar (Bad Gastein), Österreich
Barkellnerin
- Juli 2002 - Okt. 2002 Pizzeria "Gianni Uno" (La Punt, Engadin), Schweiz
Commis de Service

Ferialpraktika

- Aug. 2009 – Sept. 2009 AIT – Austrian Institute of Technology, Wien
Praktikantin
Betreuer: Dr. Wolfgang LOIBL
- Juni 2000 – Aug. 2000 Seminarhotel "Zollner" (Gödersdorf), Österreich
Praktikantin im Servicebereich
- Juni 1999 – Aug. 1999 Robinson Club Landskron, Österreich
Praktikantin im Barbereich
- Juli 1998 – Aug. 1998 Restaurant „Baumgartner Hof" (Latschach), Österreich
Praktikantin in der Küche

Bildungsweg

- Sept. 1997 – Mai 2002 **Höhere Lehranstalt für Tourismus** in Villach, Österreich
Ausbildungsschwerpunkt: Hotelmanagement
Maturaabschluss
Berufstitel: Touristikkauffrau
- Sept. 1993 – Juli 1997 **Hauptschule** in Landskron, Österreich
Schwerpunkt: Musisch-kreativ
- Sept. 1989 – Juli 1993 **Volksschule** in St. Andrä / Landskron, Österreich

Besondere Kenntnisse

Sprachen

Deutsch: Muttersprache
Englisch: fließend
Italienisch: gute Kenntnisse
Spanisch: Anfänger

Software

GIS, Kartographie, Mapping
ESRI ArcGIS 9.2, ESRI ArcView 3.3, Mapserver, GDAL

Fernerkundung

ERDAS Imagine

Virtual Reality, Multimedia

Bryce 5, Maxxon Cinema 4D, Google Earth

Graphik, Design, Layout

Adobe Photoshop CS4, Adobe Illustrator CS4

Adobe Photoshop Lightroom 1.0

Programmiersprachen

Python, Java Script, PHP

Statistik

SPSS

Sonstiges

Microsoft Office

Reservierungssysteme

Protel, Merlin und Marsha für Marriott Hotels, Fidelio

Besuchte Seminare

Rhetorikseminar und Käseseminar 2000

Rezeptionsseminar 1999

Kongresstätigkeit

Workshop Leader am EGEA Western Regional Congress
2010, Steinach am Brenner, Österreich

„challenges and solutions for a vulnerable world“

*Workshop: "Tracing the Change of the Alpine Environment –
Remote Sensing as a Powerful Tool for Geographers"*

Publikationen

SEIBT, K., LOIBL, W., KUBECZKO, K., MAIERBRUGGER, G., SCHECHTNER, K., KALIAN, K., WASSERBACHER, D.
(2010): mobility_techrends. Schlüsseltechnologien für die Mobilität 2030.

KALIAN, K., SPANNRAFT, K. (2010): Observation in the Alps. Remote Sensing and Climate Change. In:
GEOInformatics. Magazine for Surveying, Mapping & GIS Professionals. Vol 13.6, S.20-23

Hobbies

Reisen, Fotografieren, Kultur, Sport, Bücher, Freunde, EGEA

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum

Unterschrift