



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 031 115 A1** 2008.01.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 031 115.9**

(22) Anmeldetag: **30.06.2006**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G06K 9/62** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
 e.V., 01217 Dresden, DE**

(74) Vertreter:

**Kailuweit & Uhlemann, Patentanwälte, 01187
 Dresden**

(72) Erfinder:

**Meinel, Gotthard, Dipl.-Ing., 01219 Dresden, DE;
 Herold, Hendrik, Dipl.-Geo., 01217 Dresden, DE;
 Hecht, Robert, Dipl.-Ing., 01097 Dresden, DE;
 Schiller, Georg, Dipl.-Ing., 01097 Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

US 48 43 569 A

**MENG, L., u.a.: Ein Inverse-Engineering-Ansatz zur
 Generalisierung topographischer
 Daten. KN, 4/2004, Bonn**

(<http://129,187,175.5/content/publications.htm>);

**BOATTO, L., et al.: An Interpretation system for
 land register maps. In: Computer, Vol. 25, Issue
 7, July 1992, S. 25-33;**

**YAMADA, H., et al.: Directional Mathematical
 Morphology and Reformalized Hough**

Transformation

**for the Analysis of Topographic Maps. In: IEEE
 Transactions on Pattern Analysis and Machine
 Intelligence, Vol. 15, Issue 4, April 1993,
 S. 380-387;;**

**WALLER, Sandra: "Analyse von
 Siedlungsstrukturen**

**eines Stadtteils anhand einer Gebäudedatenbank
 und des Geo-Informationssystems ArcView"**

Studien-

arbeiten am Institut für Photogrammetrie, Ab-

schluss: Februar 1999, veröffentlicht unter <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/lehre/studienarbeiten/sandrastud.html>;

DIPLOMARBEIT von ALEXANDRA STADLER

"VERKNÜPFUNG

**KORRESPONDIERENDER KARTENELEMENTE IM
 HINBLICK**

AUF AUTOMATISIERTE FORTFÜHRUNG"

eingereicht an

**der Technischen Universität Wien im Oktober
 2004,**

veröffentlicht unter http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-geo_733.pdf;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

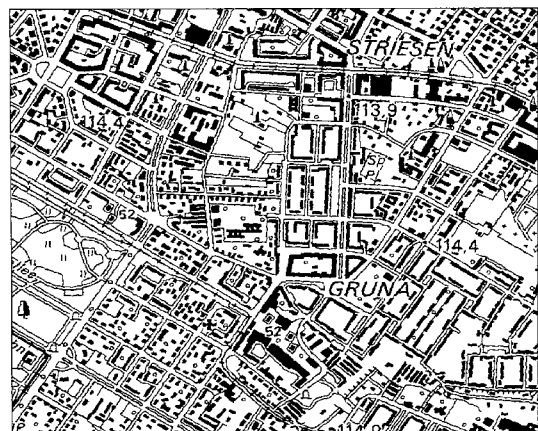
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren und Anordnungen zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten sowie Computer-Programm-Produkte und digitale Speichermedien jeweils mit Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten.

Die Verfahren und Anordnungen zeichnen sich insbesondere durch die automatische Extraktion und Bestimmung von Gebäuden aus digitalisierten topographischen Karten aus. Dazu werden die Objekte der topographischen Karte über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in einer Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen von Gebäuden und den Störobjekten zugeordnet, für die Gebäude sowohl Gebäudeparameter als auch Gebäudeabstandsparameter bestimmt und durch Vergleich der in einer Gebäudeparameterdatenbank gespeicherten Verhältnisse und Objekte mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeab-

standsparameter die Gebäudetypen ermittelt. Dabei werden aus flächendeckend zur Verfügung stehenden digitalen Kartenwerken die Gebäude vollautomatisch extrahiert, vermessen und typisiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten, Anordnungen zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten mit einer Datenverarbeitungseinrichtung und damit verbundenem Datenspeicher, wenigstens einem Dateneingabegerät und Bildschirm, Computer-Programm-Produkte mit einem Programmcode zur Durchführung der Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten, Computer-Programm-Produkte auf einem maschinenlesbaren Träger zur Durchführung der Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten und digitale Speichermedien, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten ausgeführt werden.

[0002] Flächendeckende, sehr kleinräumige Einwohner-, Wohnungs- und Gebäudedaten werden unter anderem für die Raumplanung, die technische (Ver- und Entsorger) und soziale Infrastrukturplanung, Verkehrsplanung, Katastrophenschutzplanung und die Privatwirtschaft (Versicherungswesen, Handel- und Dienstleistungsplanung, Werbewirtschaft usw.) benötigt. Die kleinste statistische Erhebungseinheit in Deutschland ist die Gemeinde oder der Statistische Block für viele deutsche Großstädte. Selbst die statistischen Blöcke umfassen im Mittel noch eine Fläche von ca. 2 km² mit 3000 Einwohnern, die in etwa 2000 Wohnungen in 500 Gebäuden leben. Diese Daten sind für eine kleinräumige (baublockbasierte) Planung ungenügend räumlich aufgelöst.

[0003] Geobasisdaten bilden eine Grundlage für raumbezogene Informationssysteme in vielen Bereichen der Wirtschaft, Verwaltung, der Planung sowie des Umwelt- und Naturschutzes. Geobasisdaten die auch Gebäude in ihrem Flächengrundriss darstellen, stehen in Form der Automatischen Liegenschaftskarten (ALK) Maßstab 1:1000 oder topographischen Karten der Maßstäbe 1:5000, 1:10000 oder 1:25000 zur Verfügung. Problematisch ist die Nutzung der ALK für großräumige Analyse- und Planungsprozesse durch ihre Zugriffsbeschränkung, den zu hohen Detaillierungsgrad für mittelmaßstäbige Planungen und Analysen sowie den sehr hohen Datenkosten.

[0004] Digitalisierte topographische Karten sind allerdings für die Selektion des Gebäudebestandes durch die untrennbare Verknüpfung aller Grundrissinformationen (zum Beispiel vollflächige Darstellung

des Gebäudegrundrisses in Schwarz in der Binärcodierung 1) in einem binären rasterbasierten Bildlayer (0 = weiße Hintergrunddarstellung) nicht nutzbar. Damit sind die Gebäude nicht von Verkehrs- und Grenzlينien, Vegetations- und anderen Signaturen und Schriftzeichen unterscheidbar.

[0005] Der in den Patentansprüchen 1, 10 und 14 bis 16 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Siedlungsstrukturen aus digitalisiert vorliegenden topographischen Karten automatisch zu erfassen und zu analysieren.

[0006] Diese Aufgabe wird mit den in den Patentansprüchen 1, 10 und 14 bis 16 aufgeführten Merkmalen gelöst.

[0007] Die Verfahren und Anordnungen zeichnen sich insbesondere durch die automatische Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten aus.

[0008] Dazu werden die Objekte der topografischen Karte über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in einer Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen Gebäuden und Störobjekten zugeordnet, für die Gebäude sowohl Gebäudeparameter als auch Gebäudeabstandsparameter bestimmt und durch Vergleich der in einer Gebäudedatenbank gespeicherten Verhältnisse und Objekte mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt.

[0009] Bei den Anordnungen mit einer Datenverarbeitungseinrichtung und damit verbundenen Datenspeicher, wenigstens einem Dateneingabegerät und Bildschirm sind dazu die Module

- Extraktion von Gebäuden durch Entfernung von Nichtgebäude-Objekten als Störobjekte, wobei über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte der topographischen Karte das ähnlichste oder identische Objekt als Gebäude oder als Störobjekt ermittelt wird,
- Ermittlung der Gebäudeparameter und Gebäudeabstandsparameter als Gebäudekennzahlen und
- Gebäudetypisierung durch regelbasiertes Entscheidungsnetzwerk, wobei durch Vergleich der in einer Gebäudedatenbank gespeicherten Verhältnisse und Parameter mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt werden,

des Datenspeichers jeweils über die Datenverarbeitungseinrichtung miteinander verbunden.

[0010] Die Siedlungsstruktur beschreibt die Dichte und Verteilung der gebauten Umwelt. Diese umfasst insbesondere den Gebäudebestand ergänzt um die

verkehrlichen Anlagen. Auf kleinmaßstäbiger Ebene wird die Siedlungsstruktur nach der Zahl der Einwohner pro Siedlungsfläche nach Agglomerations-, verstädterten oder ländlichen Räumen differenziert. Auf großmaßstäbiger Ebene wird die Siedlungsstruktur bisher nur qualitativ auf Baublockebene beschrieben (zum Beispiel Einfamilienhaus-, Doppelhausbebauung, geschlossene Blockbebauung, offene Blockbebauung, Plattenbau, dörfliche Bebauung, Streusiedlungen usw.). Genauer, da quantitativ, ist die neue baublockbezogene Beschreibung der Siedlungsstruktur durch die Parameter Grundflächendichte, Geschossflächendichte und Einwohnerdichte.

[0011] Durch die Anwendung der Verfahren und Anordnungen werden aus flächendeckend zur Verfügung stehenden digitalen Kartenwerken die Gebäude als Objekte vollautomatisch extrahiert, vermessen und typisiert. Objekte sind alle Elemente des Grundrisses der topographischen Karte. Dazu gehören Gebäude, Verkehrs-, Vegetationssignaturen, sonstige topographische Objekte (Turm, Kraftwerk Hochspannungsleitungen usw.) sowie Schriften. Zielobjekte sind alle Gebäude, Störobjekte alle Nichtgebäude. Durch Verknüpfung mit gebäudebezogenen Referenzwerten wie der mittleren Stockwerkzahl, der mittleren Wohnungszahl, der mittleren Einwohnerdichte und der Gebäudefläche können dann sehr hochauflösende Planungsdaten als Siedlungsstruktur kleinräumig berechnet werden.

[0012] Grundlage ist der Grundriss-Layer einer digitalen topographischen Karte eines Standard-Kartenwerkes mit allen wesentlichen Gebäuden in ihrer Lage und ihrem Grundriss. Vorteilhafterweise steht dieses Kartenwerk flächendeckend, standardisiert und fortschreibungspflichtig zur Verfügung. Die Gebäude werden über die digitale Bildverarbeitung automatisch selektiert, vektorisiert und „vermessen“. Das erfolgt unter anderem durch die Kennzahlen Gebäudefläche, Gebäudeumfang, Gebäudelänge, Gebäudebreite, Umkreisfläche, Kompaktheit, Kreis- und Rechteckähnlichkeit, Orientierung und Gebäudeabstand.

[0013] Durch den Gebäudetyp und die Gebäudefläche kann durch Verknüpfung mit Referenzwerten eine geschätzte Wohnungs- und Einwohnerzahl abgeleitet werden. So kann vollautomatisch und hochauflösend eine Berechnung wichtiger Planungskennwerte erfolgen.

[0014] Der Grundriss-Layer der digitalen topographischen Karten enthält bekannterweise alle wesentlichen Gebäude in ihrem Flächengrundriss. Die Gebäudeflächen sind aber mit Verkehrs- und Gartenflächen, Grenzlinien, Vegetationssignaturen und Schriften (Ortsnamen, Höhenangaben, topographische Objekte) in dem binären Kartenbild untrennbar verschmolzen und damit nicht durch bekannte bildpunkt-

basierte Klassifikationsverfahren trennbar. Die Objekte werden mit Daten in der Parameterdatenbank verglichen. Diese Parameterdatenbank basiert auf manuell bestimmten Objekten, welche für weitere Anpassungen (landesspezifische Signaturen, Schriften usw.) offen ist. Der Vergleich ermöglicht die Entscheidung über Zielobjekte, das bedeutet Gebäude, die erhalten werden müssen, und Störobjekten, das bedeutet Schriften, Signaturen usw., die gelöscht werden müssen.

[0015] Durch die Anwendung der Verfahren und Anordnungen zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten sind folgende digitale baublockbezogene Daten in unterschiedlicher inhaltlicher und räumlicher Detaillierung jeweils mit dem Baustrukturtyp; der Wohngebäudeanzahl; der Grundflächendichte; der mittleren Gebäudegeschosszahl; der Geschossflächendichte; der Wohnungsanzahl; der Einwohnerzahl; der Baumassendichte; einzeln oder in wenigstens einer Kombination als Siedlungsstruktur berechenbar.

[0016] Die Ausgabe und/oder Darstellung auf dem Bildschirm oder einer ausgedruckten Karte kann vorzugsweise jeweils als Blockkarte oder Rasterkarte mit einer bestimmten Rasterweite und beliebigen Flächenzuschnitt erfolgen.

[0017] Damit eignen sich die Verfahren und Anordnungen zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten für die Stadt-, Regional- und Landesplanung; die Planung der sozialen Infrastruktur (zum Beispiel Einzugsbereichsplanung für Schulen, Kinderbetreuungseinrichtungen); die Beurteilung der Standortqualität (Wohnnutzung); die Grünflächenplanung (Ausstattung, Bedarfsplanung); die Verkehrsplanung (Planung des öffentlichen Nahverkehrs, Straßenplanung, Tragfähigkeitseinschätzung von Ausbauvorhaben, Lärmmodelle, überörtliche Verkehrsplanung); die Versorgernetzplanung (Fernwärme, Gas, Strom, Wasser, Telekommunikation); die Entsorgungnetzplanung (Abwasser, Abfall), die Katastrophenschutzplanung (Hochwasservorsorgeplanung und Notfallmanagement) und das Geomarketing (Dienstleistungsplanung, Standortplanung/-optimierung von Handelseinrichtungen, Werboptimierung).

[0018] Vorteilhafterweise wird weiterhin über einen maschinenlesbaren Träger mit einem Computer-Programm-Produkt wenigstens eine Datenverarbeitungseinrichtung zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten mit in einer Datenbank eines Datenspeichers gespeicherten Objektkennzahlen und Verhältnissen geschaffen, wobei über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Para-

meterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte der topographischen Karte das ähnlichste oder identische Objekt als Gebäude oder als Störobjekt ermittelt wird, Gebäudeparameter und Gebäudeabstandsparameter für die Gebäude bestimmt werden und durch Vergleich der in der Datenbank gespeicherten Verhältnisse und Objekte mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt werden.

[0019] Die erfindungsgemäßen Verfahren können den Nutzern vorteilhafterweise als Computer-Programm-Produkte mit jeweils einem Programmcode zur Durchführung dieser Verfahren, als Computer-Programm-Produkte auf maschinenlesbaren Trägern zur Durchführung dieser Verfahren und als digitale Speichermedien, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren zur automatischen Extraktion und Bestimmung von Gebäuden aus digitalisierten topographischen Karten ausgeführt wird, zur Verfügung gestellt werden.

[0020] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 9 und 11 bis 13 angegeben.

[0021] Die digitalisierte topographische Karte wird nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 2 mit morphologischen Filtern so bearbeitet, dass Störobjekte in der topographischen Karte entfernt werden.

[0022] Über die Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen werden nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 3 und 12 für jedes der Objekte entsprechend der morphologischen Eigenschaften der verschiedenen Auflösungsstufen der Objekte diese den Gebäuden oder den Störobjekten zugeordnet.

[0023] Bekannte Schrifterkennungssoftware ist zur Entfernung von Schriften und Signaturen nicht einsetzbar, da Schriftart, Schriftschnitt und Schriftgröße der einzelnen Namen und Abkürzungen der Karten variabel sind und keine geschlossenen Texte darstellen. Deshalb werden Schriften und Signaturen nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 über eine Bildpyramide verschiedener Auflösungen der topographischen Karte als hierarchisch organisierte und wissensbasierte Mustererkennung als zu entfernende Störobjekte ermittelt, wobei die Mustererkennung durch Vergleich mit der in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen erfolgt.

[0024] In Fortführung der Weiterbildung des Patentanspruchs 5 wird parallel nicht nur mit mehreren Bildstufen verschiedener Auflösungen, sondern auch mit verschiedenen Zuständen der Bearbeitung der jeweiligen Bilddatei gearbeitet. Dadurch ist zum Bei-

spiel der Kontext von Objektfragmenten erkennbar. Gebäude, die durch einen Bearbeitungsschritt verändert wurden, sind außerdem rekonstruierbar. Zwischen den Bearbeitungsstufen wird mittels Map-Algebra der jeweils nächste Ergebnislayer berechnet.

[0025] In Fortführung der Weiterbildungen der Patentansprüche 6 und 13 werden darüber hinaus Hochhäuser erkannt, die ab einer Gebäudehöhe von zum Beispiel 50 m als Signatur in bekannten Karten vermerkt sind.

[0026] Gebäudeparameter sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 7 die Gebäudefläche, der Gebäudeumfang, die Gebäudelänge, die Gebäudebreite, die Umkreisfläche, die Kompaktheit, die Kreisähnlichkeit, die Rechteckähnlichkeit, die Orientierung jeweils einzeln oder in wenigstens einer Kombination.

[0027] Das nach der Eliminierung der Störobjekte als Nichtgebäudeobjekte vorliegende Rasterbild wird nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 8 zur Ermittlung der Gebäudekennzahlen durch Überführung in eine Polygonstruktur vektorisiert, wobei für alle Gebäude die morphologischen Eigenschaften Fläche, Umfang, Länge, Breite, Umkreisfläche, Kompaktheit, Kreis-, Rechteckähnlichkeit, Orientierung und Abstände zu Nachbargebäuden berechnet und als Attributwerte mit den Gebäudegeometrien in Form von Vektorpolygone verknüpft werden.

[0028] Über die Gebäudetypen eines Gebäudebestandes werden nach der Weiterbildung der Patentansprüche 9 und 11 siedlungsstrukturelle Merkmale insbesondere die Baublockstruktur, die Gebäude-, die Wohnungs- und die Einwohnerzahl sowie daraus abgeleitete flächenbezogene Dichteparameter ermittelt. Das erfolgt vorteilhafterweise durch ein Entscheidungsnetzwerk, welches eine Gebäudetypisierung zum Beispiel Einfamilien-, Doppel-, Reihen-, Mehrfamilienhaus geschlossen, Mehrfamilienhaus offen, Zeilenbebauung, Plattenbau, Hochhaus, Villen vornimmt. Durch den Gebäudetyp und die Gebäudefläche kann durch Verknüpfung mit Referenzwerten die Wohnungs- und Einwohnerzahl abgeleitet werden. So kann vollautomatisch und hochauflösend eine Berechnung wichtiger Planungskennwerte erfolgen.

[0029] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird auch am Beispiel der Zeichnungen im Folgenden näher beschrieben.

[0030] Es zeigen:

[0031] Fig. 1 ein Eingangskartenbild,

[0032] Fig. 2 daraus extrahierter Gebäudebestand im Rasterformat,

[0033] Fig. 3 die Gebäudeflächen nach der Wandlung in das Vektorformat und

[0034] Fig. 4 die Gebäudetypen.

[0035] Im nachfolgenden ersten Ausführungsbeispiel werden ein Verfahren und eine Anordnung zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten zusammen näher erläutert. Derartige Karten sind zum Beispiel Rasterkarten.

[0036] Die Anordnung besteht im Wesentlichen aus einer Datenverarbeitungseinrichtung, die mit einem Datenspeicher, wenigstens einem Dateneingabegerät und einem Bildschirm zusammengeschaltet ist. Im Datenspeicher befinden sich die Datenbank und die Module

- Extraktion von Gebäuden durch Entfernung von Nichtgebäude-Objekten als Störobjekte, wobei über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte der topographischen Karte das ähnlichste oder identische Objekt als Gebäude oder als Störobjekt ermittelt wird,
- Ermittlung der Gebäudeparameter und Gebäudeabstandsparameter als Gebäudekennzahlen,
- Gebäudetypisierung durch regelbasiertes Entscheidungsnetzwerk, wobei durch Vergleich der in einer Gebäudedatenbank gespeicherten Verhältnisse und Parameter mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt werden, und
- Ableitung siedlungsstruktureller Merkmale, wobei über Gebäudetypen eines Gebäudebestandes siedlungsstruktureller Merkmale insbesondere die Baublockstruktur, die Gebäude-, die Wohnungs- und die Einwohnerzahl sowie daraus abgeleitete flächenbezogene Dichteparameter ermittelt werden,

die jeweils über die Datenverarbeitungseinrichtung miteinander verbunden sind.

[0037] Dabei wird die digitalisierte topographische Karte mit morphologischen Filtern so bearbeitet, dass Störobjekte in der topographischen Karte entfernt werden. Über die Ähnlichkeitsbestimmung wird mit in der Datenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte entsprechend der morphologischen Eigenschaften der verschiedenen Auflösungsstufen der Objekte das ähnlichste oder identische Objekt als Gebäude oder als Störobjekt ermittelt.

[0038] Es wird eine Skalierung und/oder Rotation ausgeführt, wobei gleichzeitig die Ähnlichkeit berechnet wird. Während der Berechnung der Ähnlichkeit werden die Ähnlichkeitsmaße entweder als Distanzwerte oder als Ähnlichkeitswerte jeweils zwischen

den Fällen so lange ermittelt, bis entweder ein Minimum der Distanzwerte oder ein Maximum der Ähnlichkeitswerte vorhanden ist.

[0039] Die Gebäudeextraktion erfolgt dabei durch Entfernung aller Nichtgebäude-Bildpunkte. Zur Entfernung von Linien wird eine Erosions-(Minkowski-Subtraktion) mit einer nachfolgenden Dilatationsoperation (Minkowski-Addition) auf das binäre Kartenbild in einem ersten Teilmodul des ersten Moduls angewandt. Dabei werden Bildpunkte unter Verwendung eines kreisförmigen Strukturelements (Radius 3,8) an den Objektgrenzen ab- bzw. angetragen. Aufgrund der Nichtlinearität der Funktionen hebt sich die Wirkung beider nicht auf. Die Operatoren sind hinsichtlich Objektrennung bei weitestgehender Objektformerhaltung optimiert. Anschließend werden alle Restflächen eliminiert, die einem festgelegten Größenkriterium von 70m² in der Natur (entspricht 49 Pixeln in der Bildkarte bei einer Auflösung von 200Pixeln/cm) nicht genügen.

[0040] Die Entfernung von Schriftzeichen basiert auf einer automatischen Parameteranalyse aller Objekte des segmentierten Binärbildes bezüglich ihrer morphologischen Eigenschaften wie z.B. ihrer Kompaktheit, Konvexität, Anisometrie und Orientierung in einem zweiten Teilmodul des ersten Moduls. Für die Analyse der Signaturobjekte werden spezielle Strukturelementparameter verwendet, da viele Signaturen im Ergebnislayer nur noch fragmentarisch enthalten sind und keine Unterscheidung mehr ermöglichen. Zur Ergebnisoptimierung werden mehrere verschiedene Auflösungsstufen des Ausgangsbildes mit Hilfe unterschiedlicher Parameterwerte generiert und verglichen. Die Merkmalsausprägungen werden jeweils mit der Datenbank verglichen, die über eine spezielle Eingabeeinheit generiert ist. Stimmen die dort abgelegten Merkmalsausprägungen mit dem jeweils selektierten Objekt innerhalb festgelegter Toleranzgrenzen überein, wird dieses gekennzeichnet und in ein neues Bild geschrieben. Dieses wird nach Durchlauf aller Objekte mittels Map-Algebra vom Gebäudegrundriss subtrahiert.

[0041] Aufgrund der großen Ähnlichkeit der alphanumerischen Zeichen T, L, 7, 1 und I werden für diese Zeichen spezielle Toleranzgrenzen festgelegt und die Erkennung in mehreren Auflösungsstufen hierarchisch realisiert. Besonders problematisch ist die Signatur „I“, da ihre Formmaße mit denen vieler Gebäudeobjekte korreliert. Deshalb muss in diesem Fall die Orientierung der Signatur hinzugezogen sowie die senkrecht zur Signaturausrichtung befindliche, unmittelbare Nachbarschaft auf weitere bereits als Schrift erkannte Objekte geprüft werden. Die wenigen Gebäude, die durch kartographisch bedingte Schriftfreistellung nicht kartiert sind, können natürlich nicht rekonstruiert werden.

[0042] Noch vorhandene Signaturen wie Kirchen, Türme, Bergwerke, Umspannwerke, Industrieobjekte usw. werden in einem dritten Teilmodul des ersten Moduls erkannt und vom Originalbild mittels Map-Algebra subtrahiert. Aufgrund der relativ geringen Objektgröße müssen hierbei – ähnlich wie bei der Schrifterkennung – die in verschiedenen Auflösungsstufen (mit verschiedenen Strukturelementen) generierten Rasterbilder hierarchisch ausgewertet werden. Da sich bei dieser Vorgehensweise auch die Form der Gebäude verändert, müssen die Erkennungstoleranzwerte jeweils iterativ verändert werden.

[0043] Das nach der Eliminierung aller Nichtgebäudeobjekte vorliegende Rasterbild wird nachfolgend für die Ermittlung von Gebäudekennzahlen vektorisiert, also von einer Raster- in eine Polygonstruktur überführt. Es werden für alle Gebäude die morphologischen Eigenschaften Fläche, Umfang, Länge, Breite, Umkreisfläche, Kompaktheit, Kreis-, Rechteckähnlichkeit, Orientierung und Abstände zu Nachbargebäuden berechnet und als Attributwerte mit den Gebäudeobjekten (Vektorpolygone) verknüpft.

[0044] Die Gebäude werden über ein auf der Basis von Referenzkartierungen und einer statistischen Analyse der Objektkennzahlen entwickeltes regelbasiertes Entscheidungsnetzwerk typisiert. Zusätzlich wird dieses Entscheidungsnetzwerk durch die Ergebnisse weiterer bildverarbeitender Teilmodule gestützt. Dazu zählt unter anderem die Extraktion der Gebäudehöhe von Punkthochhäusern. Diese sind in bekannten Karten ab einer Höhe von 50 m als Signatur, zum Teil auch mit exakter Höhenangabe, vermerkt.

[0045] Die Typisierung des Gebäudebestandes bildet die Grundlage für die Ableitung zahlreicher siedlungsstruktureller Merkmale. Dazu gehören die Blockstruktur, die Gebäude-, Wohnungs- und Einwohnerzahl sowie daraus abgeleitete flächenbezogene Dichteparameter.

[0046] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) zeigen dazu eine automatische Gebäudedetektion, Gebäudevektorisierung und Gebäudetypisierung. Die [Fig. 1](#) zeigt ein Eingangskartenbild, indem die Gebäude (schwarze Flächen) untrennbar mit Straßen-, Vegetationssignaturen und Schriftzeichen verbunden sind (bildpunkt- bzw. pixel-basiertes Binärbild mit den Zuständen 1 = schwarz und 0 = weiss). Nach Durchlauf des ersten, des zweiten und des dritten Teilmoduls des ersten Moduls zeigt sich der extrahierte Gebäudebestand im Rasterformat befreit von für die Aufgabenstellung unwesentlichen Kartenelementen (Darstellung in der [Fig. 2](#)). Anschließend werden die Gebäude vektorisiert. Die [Fig. 3](#) zeigt die Gebäudeflächen nach der Wandlung in das Vektorformat (sichtbar an den schwarzen Gebäudeumrisslinien) in Kombination mit den Eingangsdaten. Für jedes Gebäude werden

dann eine größere Anzahl Indikatoren bestimmt, die eine vollautomatische Entscheidung über den Gebäudetyp ermöglichen (Darstellung in der [Fig. 4](#)). Dieser Datensatz ermöglicht die Abschätzung der Wohnungsanzahl und der Einwohnerzahl, so dass im Planungsprozess für beliebig abgegrenzte Raumeinheiten eine Abschätzung planungsrelevanter Kennzahlen erfolgen kann.

[0047] Ein zweites Ausführungsbeispiel stellt ein Computer-Programm-Produkt mit einem Programmcode zur Durchführung eines im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Verfahrens zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten dar, wenn das Programm auf einem Rechner abläuft.

[0048] Ein drittes Ausführungsbeispiel ist ein Computer-Programm-Produkt auf einem maschinenlesbaren Träger zur Durchführung eines im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Verfahrens zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten, wenn das Programm auf einem Rechner abläuft.

[0049] Ein viertes Ausführungsbeispiel ist ein digitales Speichermedium, das so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken kann, dass ein im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenes Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten ausgeführt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Objekte der topografischen Karte über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in einer Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen Gebäuden und Störobjekten zugeordnet werden, dass für die Gebäude sowohl Gebäudeparameter als auch Gebäudeabstandsparameter bestimmt werden und dass durch Vergleich der in einer Gebäudedatenbank gespeicherten Verhältnisse und Objekte mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die digitalisierte topographische Karte mit morphologischen Filtern so bearbeitet wird, dass Störobjekte entfernt werden.

3. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass über die Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank ge-

speicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte entsprechend der morphologischen Eigenschaften der Objekte in verschiedenen Auflösungsstufen diese den Gebäuden oder den Störobjekten zugeordnet werden.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Schriften und Signaturen über eine Bildpyramide verschiedener Auflösungen der topographischen Karte als hierarchisch organisierte und wissensbasierte Mustererkennung als zu entfernende Störobjekte ermittelt werden, wobei die Mustererkennung durch Vergleich mit den in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen erfolgt.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Schriften und Signaturen über die Bildpyramide und verschiedene Zustände der Bearbeitung der jeweiligen Bilddatei ermittelt werden, so dass zu entfernende Störobjekte und Objektfragmente ermittelt werden, wobei durch einen Bearbeitungsschritt veränderte Gebäude rekonstruierbar sind.

6. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Schriften und Signaturen über eine Bildpyramide verschiedener Auflösungen der topographischen Karte als hierarchisch organisierte und wissensbasierte Mustererkennung entweder als zu entfernende Störobjekte ermittelt oder als vorhandene Gebäudehöhenangaben dem jeweiligen Gebäude zugeordnet werden, wobei die Mustererkennung durch Vergleich mit in der Parameterdatenbank gespeicherter Objekte erfolgt.

7. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Gebäudeparameter die Gebäudedefläche, der Gebäudeumfang, die Gebäudelänge, die Gebäudebreite, die Umkreisfläche, die Kompaktheit, die Kreisähnlichkeit, die Rechteckähnlichkeit, die Orientierung jeweils einzeln oder in wenigstens einer Kombination sind.

8. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das nach der Eliminierung der Störobjekte als Nichtgebäude-Objekte vorliegende Rasterbild zur Ermittlung der Gebäudekennzahlen durch Überführung in eine Polygonstruktur vektorisiert wird, wobei für alle Gebäude die morphologischen Eigenschaften Fläche, Umfang, Länge, Breite, Umkreisfläche, Kompaktheit, Kreis-, Rechteckähnlichkeit, Orientierung und Abstände zu Nachbargebäuden berechnet und als Attributwerte mit den Gebäudegeometrien in Form von Vektorpolygone verknüpft werden.

9. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über Gebäudetypen eines Gebäudebestandes siedlungsstrukturelle Merkmale ins-

besondere die Baublockstruktur, die Gebäude-, die Wohnungs- und die Einwohnerzahl sowie daraus abgeleitete flächenbezogene Dichteparameter ermittelt werden.

10. Anordnung zur automatischen Extraktion und Bestimmung von Gebäuden aus digitalisierten topographischen Karten mit einer Datenverarbeitungseinrichtung und damit verbundenen Datenspeicher, wenigstens einem Dateneingabegerät und Bildschirm zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Module – Extraktion von Gebäuden durch Entfernung von Nichtgebäude-Objekten als Störobjekte, wobei über eine Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte der topographischen Karte das ähnlichste oder identische Objekt als Gebäude oder als Störobjekt ermittelt wird, – Ermittlung der Gebäudeparameter und Gebäudeabstandsparameter als Gebäudekennzahlen und – Gebäudetypisierung durch regelbasiertes Entscheidungsnetzwerk, wobei durch Vergleich der in einer Gebäudedatenbank gespeicherten Verhältnisse und Parameter mit den bestimmten Gebäudeparametern und Gebäudeabstandsparametern die Gebäudetypen ermittelt werden, des Datenspeichers jeweils über die Datenverarbeitungseinrichtung miteinander verbunden sind.

11. Anordnung nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Modul Ableitung siedlungsstruktureller Merkmale in Form von Baublockstruktur, Gebäudezahl, Wohnungszahl und Einwohnerzahl sowie daraus abgeleitete flächenbezogene Dichteparameter aus dem blockbezogenen Gebäudebestandes des Datenspeichers mit der Datenverarbeitungseinrichtung verbunden ist.

12. Anordnung nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung so mit dem Modul zur Extraktion von Gebäuden zusammenschaltet ist, dass über die Ähnlichkeitsbestimmung mit in der Parameterdatenbank gespeicherten Objektkennzahlen für jedes der Objekte entsprechend der morphologischen Eigenschaften der verschiedenen Auflösungsstufen der Objekte die Objekte den Gebäuden oder den Störobjekten zugeordnet werden.

13. Anordnung nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung so mit dem Modul zur Extraktion von Gebäuden verbunden ist, dass Schriften und Signaturen über eine Bildpyramide verschiedener Auflösungen der topographischen Karte durch hierarchisch organisierte und wissensbasierte Mustererkennung durch Vergleich mit in der Parameterdatenbank gespeicherter Objekte entweder als zu entfernende Störobjekte ermittelt oder in Verbindung mit Höhenangaben

dem jeweiligen Gebäudeobjekt als Gebäudehöhe zugeordnet werden.

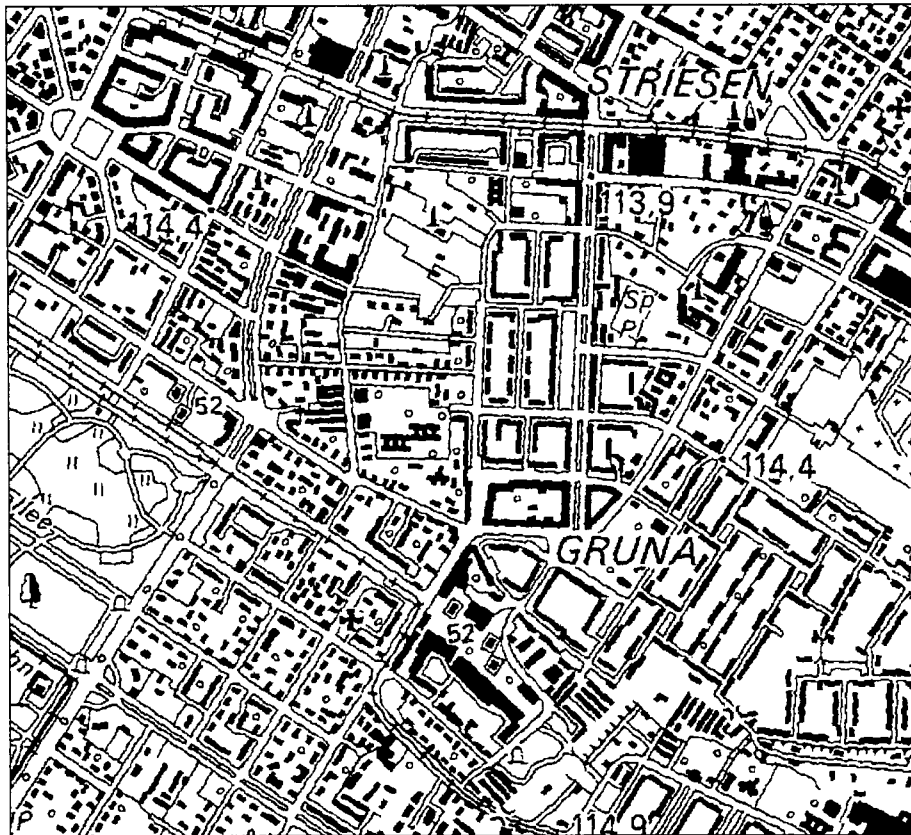
14. Computer-Programm-Produkt mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wenn das Programm auf einem Rechner abläuft.

15. Computer-Programm-Produkt auf einem maschinenlesbaren Träger zur Durchführung des Verfahrens zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wenn das Programm auf einem Rechner abläuft.

16. Digitales Speichermedium nach einem der Ansprüche 1 bis 9, das so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken kann, dass Verfahren zur automatischen Bestandserfassung und Analyse von Siedlungsstrukturen aus digitalisierten topographischen Karten nach Anspruch 1 ausgeführt werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

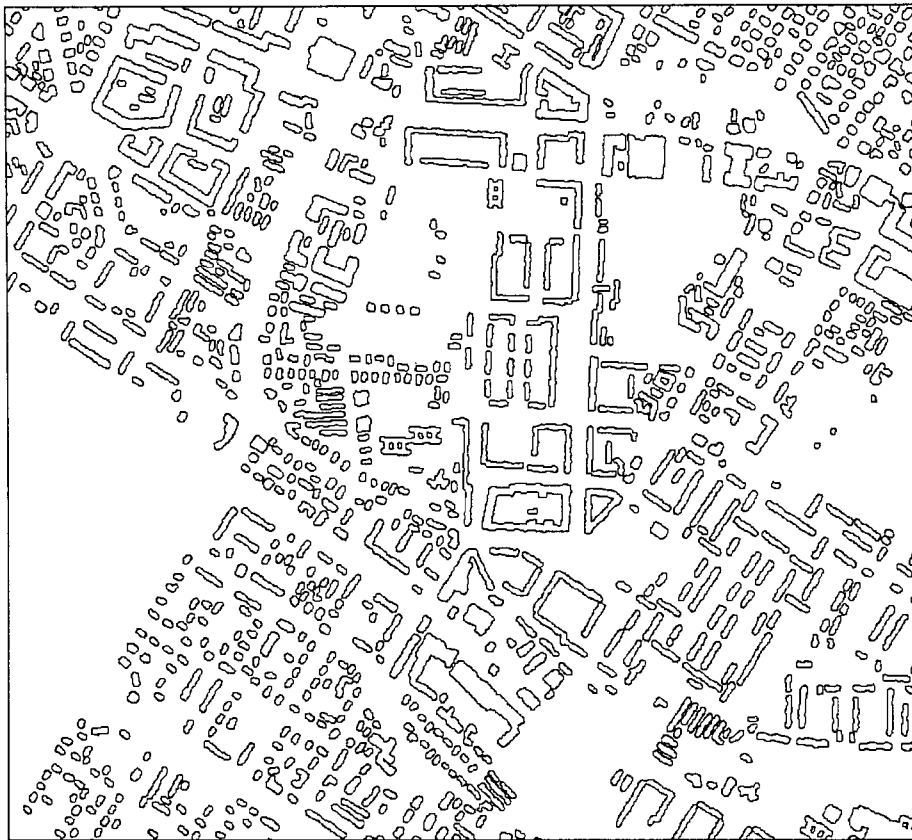
Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4