

STADTPLANUNG DIGITAL



Ausschnitt eines 3D-Modells der Stadt Braunschweig mit allen für den Verkehr relevanten Details

Im DLR-Querschnittsprojekt Digitaler Atlas entsteht eine einzigartige Datenbank

Von Dr. Rüdiger Ebdendt

Unser Städte wachsen – und mit ihnen die Anforderungen an die Stadtplanung. Diese muss die Bedürfnisse vieler berücksichtigen. Speziell für die Verkehrsplanung gilt: Bürger, Stadtverwaltungen, Fahrzeughersteller und Transportunternehmen wollen, dass der enge Verkehrsraum so störungsfrei und sicher wie möglich genutzt werden kann. Dazu benötigen sie valide Informationen, also Daten. Und diese sollen möglichst nicht aus vielen verschiedenen Quellen mit unterschiedlichen Grundlagen stammen, sondern aus einer Hand. Nur dann sind sie miteinander kombinierbar und sinnvoll auswertbar. Im DLR-Querschnittsprojekt Digitaler Atlas bauen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus zehn DLR-Instituten eine Datenbank auf, mit der sich die Stadtplanung wie auch die Energieversorgung besser entwickeln und organisieren lassen.



Die DLR-Forschungskreuzung in Braunschweig. Verschiedene Sensorsysteme erfassen die Verkehrssituation, um das Verhalten von Verkehrsteilnehmern besser verstehen zu können.

Es geht vor allem um Geodaten, also digitale Informationen, denen eine räumliche Lage auf der Erdoberfläche zugeordnet wird. Das umfasst sowohl den Verkehr am Boden als auch zu Wasser und in der Luft. Die Forscherinnen und Forscher nutzen für die Datenerhebung Informationen von Satelliten und Fluggeräten wie auch Sensortechnologie. Dabei profitiert das Querschnittsprojekt von den unterschiedlichen Expertisen der beteiligten DLR-Institute, die in den Bereichen Luftfahrt, Raumfahrt, Sicherheit, Energie und Verkehr, aber auch auf dem Gebiet der Datenerhebung und sozioökonomischen Analysemethoden arbeiten.

Schicht für Schicht entsteht die Karte

Jede Karte besteht aus einzelnen Schichten, die bestimmte Themen anschaulich machen. Das sind beispielsweise Straßentypen, Pflanzenverbreitung oder auch die Verteilung von Solaranlagen. Damit können Stadtplaner die benötigten Straßen und Verkehrsverbindungen beurteilen – nicht nur in ihrer Stadt, sondern auch im Umland. Außerdem können sie Vergleiche zu anderen Städten weltweit ziehen. Metadaten beschreiben die Karten näher. Sie ermöglichen eine schnelle Einschätzung der Thematik, der räumlichen Genauigkeit und der Auflösung, aber auch eine schnelle Suche mit Schlüsselwörtern.

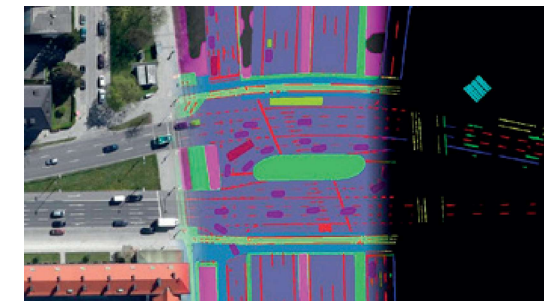
Braunschweig in 3D

Als ein erstes Teilprojekt wurde am Institut für Verkehrssystemtechnik ein 3D-Stadtmodell von Braunschweig mit Hilfe verschiedener Quellen wie Katasterdaten, Luftbildern und Vermessungsdaten weitgehend automatisch erzeugt. Wo immer dies möglich ist, sollen die thematischen Karten aus den Rohdaten auf diesem Wege prozessiert und überprüft werden. Die entsprechenden Prozesse werden nach und nach zu einer „allumfassenden“ Geodatenbank für den Gesamtverkehr weiterentwickelt. Damit die virtuelle Datenbank der Realität möglichst nahekommt, untersuchen die Forscher verschiedene Anwendungsfälle mit unterschiedlichen Verkehrsträgern. Die Daten dieser Anwendungsfälle vergleichen sie miteinander und nutzen sie als Grundlage für den Digitalen Atlas.

Satelliten und Flugzeuge erfassen den Zustand der Straße

Der Zustand unserer Straßen spielt eine wichtige Rolle für die Verkehrssicherheit und den Kraftstoffverbrauch. Risse und Schlaglöcher verursachen Schäden, die sich immer weiter ausbreiten, wenn sie nicht früh genug erkannt werden. Auch für automatisierte oder autonome Fahrzeuge ist dies ein wichtiger Punkt. Deren Sensoren müssen nicht nur die Infrastruktur und Hindernisse erkennen, sondern auch Fahrbahnmarkierungen und die Beschaffenheit der Oberfläche, um die Geschwindigkeit und den Fahrstil anpassen zu können. Bislang wurden Straßenkarten umständlich erzeugt, indem Spezialfahrzeuge alle Straßen abfuhren. Das ist zeitaufwendig und teuer. Außerdem ist in Städten die Positionsbestimmung aufgrund von Abschattungen wie in engen Straßen oft nur auf wenige Meter genau.

Die DLR-Institute für Methodik der Fernerkundung sowie für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme in Oberpfaffenhofen untersuchen nun neuartige Methoden, um die nötigen Daten von Satelliten sowie Flugzeugen aus mit bildgebenden Radarsensoren und hochauflösenden Kamerasystemen zu erfassen. Diese Daten lassen sich in deutlich kürzerer Zeit aufnehmen und sie erlauben es, die Position von Objekten weltweit auf unter zehn Zentimeter exakt zu ermitteln. Dazu werden hochgenaue Referenzpunkte benötigt, die aus den Satellitendaten gewonnen werden.



Auf dem Luftbild machen neuronale Netze Kategorien wie Gebäude, Straßen, Vegetation oder auch nur Straßenmarkierungen sichtbar

WAS IST EINE GEODATENBANK?

In einer Geodatenbank werden räumliche Daten, sogenannte Geodaten, erfasst und verwaltet. Sie wird durch ein räumliches Datenmodell auf Grundlage eines Koordinatensystems strukturiert. Zu solch einem Modell gehören unter anderem:

- geometrische Daten wie die Lage und Ausdehnung von Gebäude- oder Landschaftsobjekten,
- topologische Daten zur Beschreibung der räumlichen Beziehungen der Objekte untereinander,
- thematische oder beschreibende Daten wie die Farbe eines Hauses und
- Nominaldaten, also rein bezeichnende Daten, wie der Name oder Ort eines Objekts.

Aus den sich stark überlappend aufgenommenen Luftbildern werden ein Oberflächenmodell und ein sogenanntes Orthomosaik erstellt, eine verzerrungsfreie und maßstabsgetreue Abbildung der Erdoberfläche. Damit können sowohl die Straßen mit allen Straßenmarkierungen als auch alle Masten sowie Gebäude und Vegetation dargestellt und in den Digitalen Atlas integriert werden. Intelligente Algorithmen erkennen mit maschinellem Lernen die Objekte und ordnen sie entsprechend zu. Den Zustand der Straße ermitteln die Forscher anhand von schwarz-weißen Radarbildern. Kleine Helligkeitsunterschiede auf den Aufnahmen geben Aufschluss über die unterschiedlichen Rauheiten und Materialeigenschaften und machen es möglich, den Rauheitswert im Millimeterbereich zu ermitteln.

und das -angebot. Allerdings fehlt häufig genaueres Wissen über die Größe und räumliche Verortung der Bevölkerung. Das Institut für Verkehrsforschung entwickelt daher neue Verfahren, um das Verkehrsaufkommen zu bestimmen. Die Vorteile: Sie haben einen geringeren Datenbedarf und nutzen zudem Daten, die mittels Fernerkundung weltweit erhoben werden können. Dies erlaubt die Ableitung von Verkehrsaufkommensmodellen für beliebige Regionen der Welt.

Zu den wichtigsten Quellen für solche Modelle gehören Daten zur Landnutzung, zu Siedlungsmustern sowie zur Bebauungsdichte und zu Gebäudetypen. Solche Informationen gewinnt das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum im DLR aus hochaufgelösten Satelliten- und Luftbilddaten. Aus ihnen kann zum Beispiel die Verteilung der Bevölkerung innerhalb eines Gebiets abgeleitet werden. Die Forscher nutzen außerdem die frei verfügbaren Daten des OpenStreetMap-Projekts, insbesondere zu den dort gespeicherten Straßennetzen. Damit berechnen sie, wie gut Ziele innerhalb eines Gebiets oder von einem Standort aus mit verschiedenen Verkehrsmitteln erreichbar sind. Zusammen mit weiteren Daten entwickeln die Wissenschaftler ein Modell des gesamten Verkehrsaufkommens. Diese können eingesetzt werden, um die Auswirkungen neuer Mobilitätsangebote zu untersuchen, wie beispielsweise den Einsatz von sogenannten Rufbussen, die auf individuelle Anforderung fahren.

Dynamische Karten für sichere Häfen

In einem Hafen ist es besonders schwierig, alle Personen und Güter im Blick zu behalten. Die Institute für Optische Sensorsysteme sowie für den Schutz Maritimer Infrastrukturen forschen gemeinsam daran, dynamisches, zwei- und dreidimensionales Kartenmaterial in Echtzeit zu erstellen. Dabei werden spezielle Sensorsysteme eingesetzt, die von den Instituten konzipiert und entwickelt wurden. Auch die Umsetzung in Echtzeit ist ein wesentlicher Kern ihrer Arbeit. Die Karten helfen Behörden, Einsatzkräften mit Sicherheitsaufgaben oder Hafen- und Terminalbetreibern, kritische Situationen rechtzeitig zu erkennen und einzuschätzen. Das sind beispielsweise Gefahren durch schwebende Lasten oder unautorisierte Zutritte zum Gelände. Zunächst wird das Gelände überflogen und hochaufgelöstes Kartenmaterial erzeugt. Anschließend erkennt eine künstliche Intelligenz in Bildern, die am Boden aufgenommen werden, Schiffe, Verkehrsteilnehmer auf dem Land oder Objekte wie Frachtcontainer. Außerdem bestimmt die Software deren exakte Position und bindet die Objekte in ein Lagebild ein. Es entsteht ein kombiniertes System aus Luftbildkamera- und Bodenaufnahmen sowie den zugehörigen Auswertungsalgorithmen. Die Karten eignen sich übrigens auch hervorragend, um autonomen Verkehr in Häfen sicherer zu gestalten.



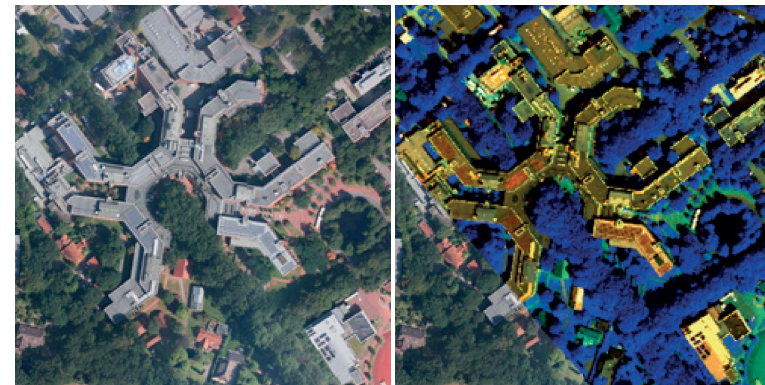
Die Luftbildkamera MACS (Modular Aerial Camera System) erstellte Aufnahmen des Hafengeländes in Bremerhaven für hochaufgelöstes Kartenmaterial

Intelligente Modelle zeigen das Verkehrsaufkommen

Der Digitale Atlas soll auch zukünftige Entwicklungen abbilden und Folgen von Maßnahmen veranschaulichen. Dem dienen die Simulationen von Verkehrsmodellen. Sie zeigen die Auswirkungen auf die Mobilität. Es geht hier beispielsweise um die Verbesserung oder die Einführung von neuen Verkehrsmitteln, den Ausbau von Infrastruktur oder Beschränkungen für bestimmte Verkehrsteilnehmer. Der Aufbau solcher Modelle benötigt verschiedenartige Daten: Angaben zur Bevölkerungsstruktur, mögliche Fahrziele sowie die Verkehrsinfrastruktur



Dreidimensionales Echtzeitlagebild des Bremerhavener Hafens. Links: Kamerabilddaten mit Objekten, die mittels künstlicher Intelligenz automatisch erkannt und entsprechend ihrer Form eingefärbt wurden. Rechts: vorläufiges 3D-Modell der Umgebung mit Angaben der Position einer Person, die sich in einem potenziell gefährlichen Bereich befindet.



Das Gebäude des Instituts für Vernetzte Energiesysteme und der Oldenburger Uni-Campus Wechloy – links: optische Aufnahme, rechts: hyperspektrale Aufnahme. Auf Basis der hyperspektralen Aufnahmen werden mit Methoden der künstlichen Intelligenz Solaranlagen erkannt. Dies hilft, das Solarstromaufkommen genauer vorherzusagen.

Solarstromaufkommen in Städten vorhersagen

Wann wird wie viel Strom von privaten Solaranlagen in das Stromnetz eingespeist? Das ist eine Frage, auf die Netzbetreiber dringend eine Antwort brauchen. Dafür benötigen sie als Grundlage eine Erfassung von Solaranlagen auf Dächern und Freiflächen – am besten automatisiert. Daran forscht das Institut für Vernetzte Energiesysteme gemeinsam mit dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum. Um die Solaranlagen zu erfassen, analysieren die Wissenschaftler räumlich hochaufgelöste optische und hyperspektrale Befliegungsdaten von urbanen Räumen in Deutschland. Hyperspektrale Sensoren nehmen im Gegensatz zum menschlichen Auge ein kontinuierliches Spektrum von elektromagnetischen Wellen wahr, daher können sie Gegenstände anhand ihrer spektralen Eigenschaften klarer identifizieren. Aus den optischen und hyperspektralen Aufnahmen entstehen digitale Höhenmodelle und Gebäudeformen.

In „FlexiGIS“, einem am Institut für Vernetzte Energiesysteme entwickelten Open-Source-Modell zur Simulation urbaner Energieinfrastrukturen, werden die Daten verwendet, um die Stromerzeugung städtischer Solaranlagen am Beispiel von Oldenburg zu simulieren. Darüber hinaus helfen sie den Fachleuten dabei, eine räumlich und zeitlich hochaufgelöste Vorhersage der Sonneneinstrahlung durch die Kombination mit meteorologischen Satelliten zu treffen – auch als Hilfe für die Netzbetreiber und damit für die Stabilität des Stromnetzes.

Übersichtlicher Katalog für diverse Nutzergruppen

Diese vier untersuchten Anwendungsfälle allein zeigen schon die Komplexität des Querschnittsprojekts. In weiteren Szenarien geht es beispielsweise darum, die Geodatenbank und die Methoden auf möglichst viele Verkehrsträger und neue Mobilitätsangebote auszuweiten – zum Beispiel auf den Schienenverkehr. Doch alle gewonnenen Ergebnisse können nur sinnvoll genutzt werden, wenn der Digitale Atlas verständlich und übersichtlich aufgebaut ist. Deswegen liegt ein Fokus der zukünftigen Forschung auf der Weiterentwicklung eines benutzerfreundlichen Katalogs für Geodaten. Dort werden alle Datensätze hinterlegt und eindeutig gekennzeichnet. Am Ende des Projekts soll der Digitale Atlas in weiteren Forschungsprojekten genutzt und langfristig auch für Verwaltungen und Unternehmen zugänglich gemacht werden.

Dr. Rüdiger Ebendt arbeitet in der Abteilung Datenerfassung und Informationsgewinnung des DLR-Instituts für Verkehrssystemtechnik und ist wissenschaftlicher Leiter des Querschnittsprojekts Digitaler Atlas.



Bei der automatisierten Detektion von Solaranlagen muss die Software verschiedene Elemente unterscheiden können, um Fehlklassifikationen zu vermeiden. Solche Dächer dienen zu Testzwecken. Hier sind sowohl Solarthermie- als auch Photovoltaikmodule zu sehen, aber auch ein Dachfenster, das nicht fälschlicherweise als Solaranlage gekennzeichnet werden darf.

DAS DLR-QUERSCHNITTSPROJEKT DIGITALER ATLAS

Beteiligte Institute:

- Institut für Verkehrssystemtechnik (Koordination)
- Institut für Fahrzeugkonzepte
- Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum
- Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme
- Institut für Methodik der Fernerkundung
- Institut für Optische Sensorsysteme
- Institut für den Schutz Maritimer Infrastrukturen
- Institut für Raumfahrtsysteme
- Institut für Verkehrsforschung
- Institut für Vernetzte Energiesysteme

Laufzeit: vier Jahre (2018–2021)

Budget: sechs Millionen Euro