



Flächennutzungsmonitoring III Erhebung – Analyse – Bewertung

IÖR Schriften Band 58 · 2011

ISBN: 978-3-941216-68-6

Fernerkundliche Erhebungen in Kombination mit Geo- und Statistikdaten – Mehrwert durch Datenverknüpfung

Wieke Heldens, Hannes Taubenböck, Thomas Esch, Christian Geiß, Michael Wurm, Michael Thiel

Heldens, W.; Taubenböck, H.; Esch, T.; Geiß, C.; Wurm, M.; Thiel, M. (2011): Fernerkundliche Erhebungen in Kombination mit Geo- und Statistikdaten – Mehrwert durch Datenverknüpfung. In: Meinel, G.; Schumacher, U. (Hrsg.): Flächen-nutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 58, S. 39-46.

Fernerkundliche Erhebungen in Kombination mit Geo- und Statistikdaten – Mehrwert durch Datenverknüpfung

Wieke Heldens, Hannes Taubenböck, Thomas Esch, Christian Geiß, Michael Wurm, Michael Thiel

Zusammenfassung

Die Fernerkundung ist eine wichtige Quelle für aktuelle räumliche Daten. Durch die Verknüpfung dieser Informationen mit Statistik- und Geodaten in interdisziplinären Ansätzen kann ein erheblicher Mehrwert für die Bearbeitung von komplexeren Planungsfragestellungen erzielt werden. Dieser Beitrag diskutiert mögliche Ansätze für eine solche Datenverknüpfung und stellt beispielhafte Projekte hierzu vor.

1 Einführung

Die Diskussion bezüglich Energieversorgung ist in Deutschland aktueller denn je. Im Vergleich zur Kernenergie spielt der Raum bei der Energieversorgung mit erneuerbaren Energien wieder eine zentrale Rolle. Lokale Wärmenetze sind eine Möglichkeit, um den Einsatz erneuerbarer Energien zu erhöhen. Nicht alle Gebiete sind allerdings für solche Wärmenetze gleich gut geeignet. Mittels Erdbeobachtung ist es möglich, Wärmenetzpotenziale räumlich zu priorisieren, z. B. die erschließbare Wärmemenge (kWh) pro investierter Geldeinheit (€) auszuweisen. Die Parameter, die das Wärmenetzpotenzial bestimmen (Wärmebedarf und Investitionskosten), sind zum Großteil abhängig von verschiedenen räumlichen Merkmalen, die mithilfe von Fernerkundungsdaten erfasst werden können.

In einer Fallstudie für München und der südlich davon gelegenen Kleinstadt Oberhaching wurde das quartiersbezogene Wärmenetzpotenzial modelliert (Geiß und Taubenböck 2011; Geiß et al. 2011). Hierzu wurde aus Höhendaten (aus Stereo-Luftbildern) und höchstau aufgelösten Satellitendaten ein 3D-Gebäudemodell erstellt und das Volumen der Gebäude berechnet. Mit Informationen aus zusätzlichen Geodaten (hier: ATKIS) lassen sich z. B. Gebäude in Wohn- und nicht Wohngebäude unterscheiden. Unter Verwendung des 3D-Gebäudemodells können Baublöcke in verschiedene Strukturtypen eingeteilt werden. Mithilfe von flächenbezogenen Kennwerten (z. B. spezifischer Wärmebedarfswert der Gebäude) kann mit diesen Daten anschließend der Wärmebedarf berechnet werden. Die Investitionskosten wurden auf Basis der Kosten für Hausübergabestationen, der Kosten einer konventionellen Wärmebereitstellung und der Kosten für die entsprechenden Haupt- und Anschlussleitungen eines Wärmenetzes ermittelt. Basierend auf dem jeweiligen Gebäudetyp wurde die Anzahl der Hausübergabestationen und Heizkessel (Öl, Gas) geschätzt und die Netzlängen bestimmt. Schließlich ergab

die Kombination aus Investitionskosten und Wärmebedarf das Wärmenetzpotenzial pro Baublock (Beispiel in Abb. 1). Diese Methode wurde im Rahmen eines vom BBR finanzierten Projektes auf Gemeindeebene flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland angewendet (Abb. 2, Esch et al. 2011).

Anhand dieses und der folgenden Beispiele wird das Potenzial der Verknüpfung von Erdbeobachtungsinformationen mit zusätzlichen raumbezogenen Daten für die Beantwortung komplexer, räumlicher Fragestellungen aufgezeigt.

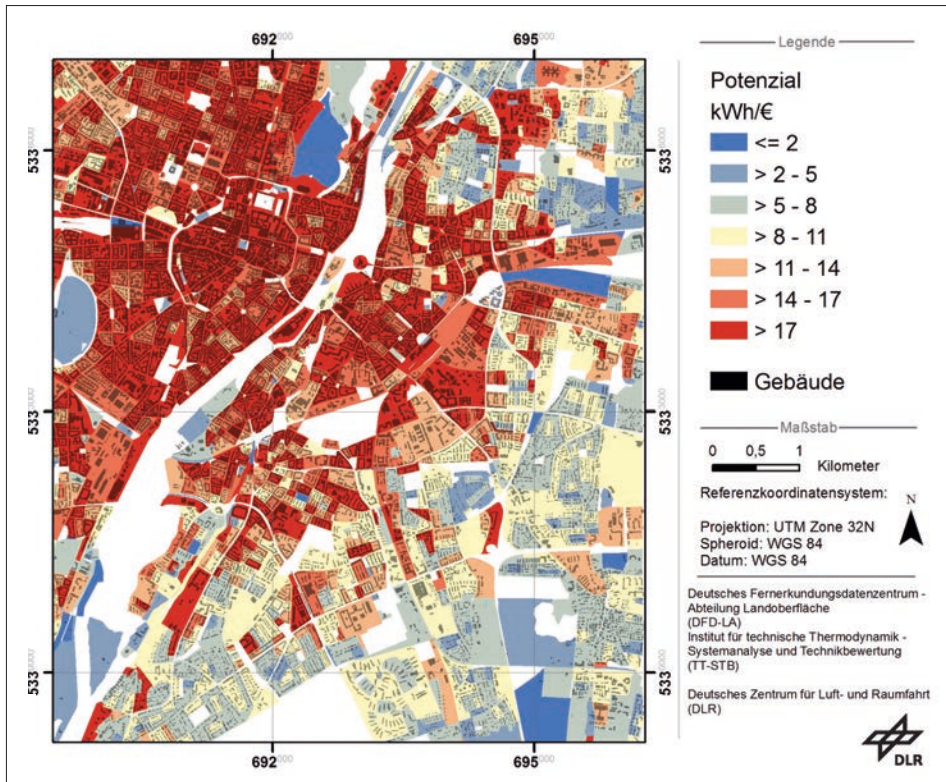


Abb. 1: Wärmenetzpotenzial pro Baublock für das Zentrum von München
(Quelle: Esch et al. 2011)

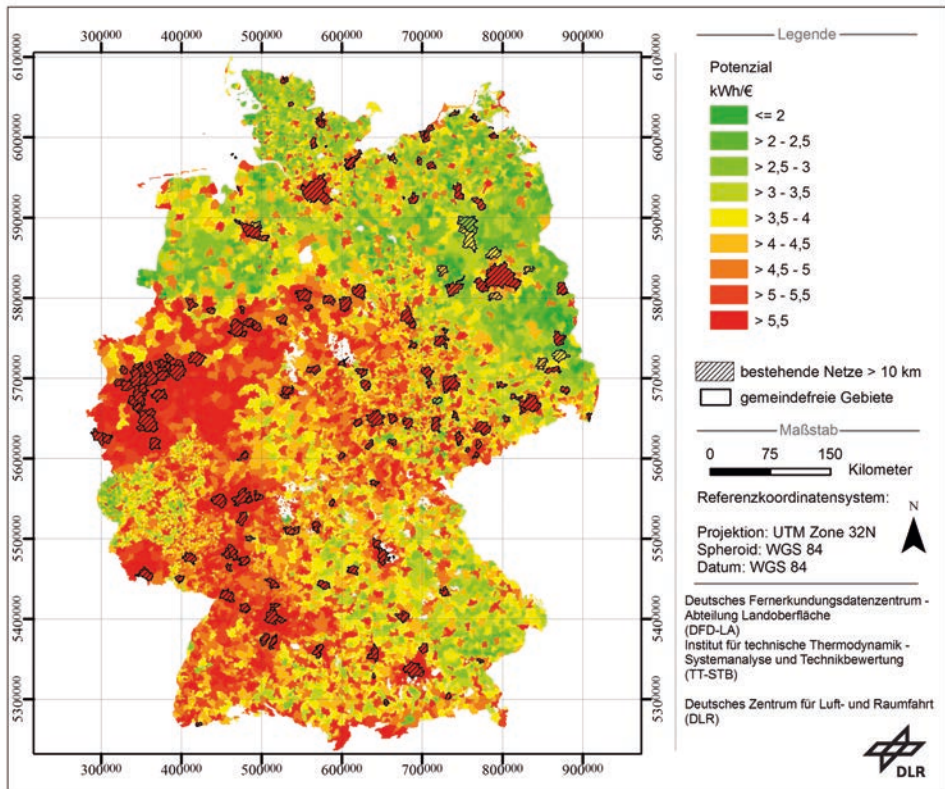


Abb. 2: Wärmenetzpotenzial pro Gemeinde für Deutschland (Quelle: Esch et al. 2011)

2 Fernerkundungsdaten für Planungsfragen

Fernerkundungsdaten eignen sich sehr gut für die aktuelle Kartierung von räumlichen Merkmalen. Zu den Vorteilen von Fernerkundungsdaten zählt vor allem, dass große Gebiete vollständig und wiederholt abgedeckt werden können. Die Daten können danach mittels automatischer Verfahren schnell und standardisiert ausgewertet werden, um vergleichbare Informationen für unterschiedliche Untersuchungsgebiete oder Zeitpunkte herstellen zu können. Die Vielfalt unterschiedlicher Fernerkundungsdaten (Tab. 1) ermöglicht es, spezielle Anwendungen für einzelne Fragestellungen sowie deren besonderen Anforderungen zu entwickeln. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Daten von aktiven (Radar, Lidar) und passiven Sensoren (optisch, thermal) und zwischen Satelliten- und flugzeuggetragenen Sensoren. Zusätzlich unterscheiden sich die Sensoren in ihrer räumlichen und spektralen Auflösung.

Abbildung 3 zeigt chronologisch fünf analytische Schritte, um die Erdbeobachtung für Planungsfragen einzusetzen. Der erste Schritt ist die *Erfassung* bzw. Kartierung der Da-

ten, wobei Grundlagenkarten erstellt werden, wie z. B. eine Landbedeckungskarte. Die Grundlagenkarten können im nächsten Schritt zur räumlichen sowie thematischen *Charakterisierung* herangezogen werden (z. B. verschiedene Landbedeckungs- oder -nutzungskategorien). Ein Beispielprodukt ist eine Stadtstrukturtypenklassifikation. Auf Basis von Grundlagenkarten und/oder der Charakterisierungen kann im nächsten Schritt eine *Bewertung* durchgeführt werden. Hierbei werden die Merkmale aus den ersten beiden Schritten in Kategorien wie hoch/niedrig oder geeignet/ungeeignet eingeteilt. Auf ähnliche Weise können die Daten auch als Grundlage für eine *Modellierung* verwendet werden, z. B. um Zukunftsszenarien mit aktuellen Geodaten zu unterstützen. Der letzte Schritt ist die Verwendung der Fernerkundungsprodukte als *Beratungsinstrument*, wobei auf Grund der Charakterisierungen, Bewertungen und Modellierungen Gebiete ausgewiesen werden können, wo Aktionen erforderlich oder wünschenswert sind.



Abb. 3: Konzept des Einsatzes der Erdbeobachtung für Planungsfragen
(Quelle: Eigene Bearbeitung)

3 Verknüpfung von Fernerkundungsdaten mit Geo- und Statistikdaten

Die ersten beiden Anwendungsschritte in Abbildung 3 können mit ausschließlich Fernerkundungsdaten zufriedenstellend durchgeführt werden. Um die weiteren Anwendungen gut durchführen zu können, sind Zusatzdaten erwünscht. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass das vorhandene Potenzial an Geo- und Statistikdaten weiter genutzt werden kann. Dies sollte in Deutschland nicht unbeachtet bleiben, da schon sehr viele Daten vorliegen (z. B. amtliche (Flächen)Statistik, Flächenmonitor IÖR). Auch aus der Sicht der Geo- und Statistikdaten lohnt es sich, diese mit Fernerkundungsdaten zu verknüpfen. So können Einsichten hinsichtlich der räumlichen Zusammenhänge aus den jeweiligen statistischen Daten gewonnen werden. Punktuelle Daten können in Fläche und Zeit inter- bzw. extrapoliert werden und so bessere Planungsgrundlagen liefern. Hierzu können die räumlichen Merkmale eines Gebietes im Zusammenhang mit den statistischen Daten des Gebietes analysiert werden, um z. B. die Einflüsse der Umgebung auf die räumliche Verteilung der Bevölkerung besser verstehen zu können.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Fernerkundungs- sowie Geo- und Statistikdaten, die in Kombination verarbeitet wurden, exemplarisch aufgelistet. Bei den Geo- und Statistik-

daten ist es für eine interdisziplinäre Auswertung mit räumlichen Daten von essentieller Bedeutung, dass sie einen räumlichen Bezug haben. Das können räumliche Einheiten wie administrative Grenzen, Baublöcke oder Adressen/Koordinaten sein. Neben den bekannten Statistik- und Geodaten sind auch thematische Kenngrößen aus verschiedenen Disziplinen geeignet, um einen Mehrwert aus fernerkundlichen Analysen zu erzielen. Ein Beispiel für die Integration solcher interdisziplinären Daten sind die energetischen Kennwerte zum Wärmebedarf verschiedener Gebäudetypen, wie sie für die Modellierung der Wärmenetzpotenziale verwendet wurden (siehe Kapitel 1).

Die Auswahl der Daten ist abhängig von der Fragestellung und der Verfügbarkeit. Entsprechend müssen zuerst die räumliche Auflösung und der Aufnahmezeitpunkt gewählt werden. Neben den reinen Datenkosten spielen zudem sekundäre Kosten, wie Prozessierungsaufwand und Datenschutzfragen, eine Rolle. Dies gilt sowohl für Fernerkundungsdaten als auch für Statistik- und Geodaten. Die Erfassung der beiden Datentypen sollte in dem gleichen Zeitraum stattfinden, um Fehler als Folge von Änderungen innerhalb der Zeitintervalle zu reduzieren.

Tab. 1: Übersicht von Fernerkundungsdaten sowie Geo- und Statistikdaten, mit Eignung für eine Verknüpfung

Fernerkundungsdaten		Geo- und Statistikdaten	
Satellitendaten	Optische Daten (z. B. IKONOS, QuickBird, WorldView, Rapid Eye, Landsat)	Geodaten	Verwaltungsgrenzen, Landnutzungsdaten (z. B. aus ATKIS), etc.
	Radardaten (z. B. TerraSAR-X, RADARSAT, Cosmo Skymed)	Statistische Daten*	bezogen auf Gemeinde, Stadtteil, Postleitzahl, Adresse/Koordinate
Flugzeugdaten	Optische Daten (z. B. Hyperspektraldaten, Luftbilder, Stereodaten)	Kennwerte* die bestimmten räumlichen Merkmalen zuzuweisen sind	z. B. energetische Kennwerte, Bebauungstypen, ...
	Lidardaten (Höhenmodelle)		

* Die Daten, die räumlich zugeordnet werden können, können verwendet werden.

4 Anwendungsbeispiele

4.1 Versiegelungsgrad

Der Versiegelungsgrad ist ein zentraler Parameter beim Monitoring des Flächenwachstums, für (Stadt)Klima-Analysen oder für hydrologische Modellierungen. Im Rahmen des Projektes „Flächenbarometer“ im Förderschwerpunkt REFINA wurde eine bundesweite Versiegelungskarte erstellt (Esch et al. 2010). Grundlage für diese Karte waren LandsatTM-Satellitenbilder aus dem Jahr 2000. Zusätzlich wurden aus ATKIS-Daten die Siedlungs- und Verkehrsflächen (als Maske für die Analyse) und die Gemeindegrenzen

(als Bezugsgröße) verwendet. Anhand eines auf Support Vector Machines basierendem Verfahrens (Esch et al. 2009) und unter Anwendung höchst aufgelöster Trainingsdaten der Stadt Passau wurde die Flächenversiegelung für jede Gemeinde in Deutschland modelliert. Diese Daten wurden in einem weiteren Schritt mit den Einwohnerzahlen der Gemeinden kombiniert. Das Ergebnis ist die versiegelte Fläche pro Einwohner (siehe Abb. 4).

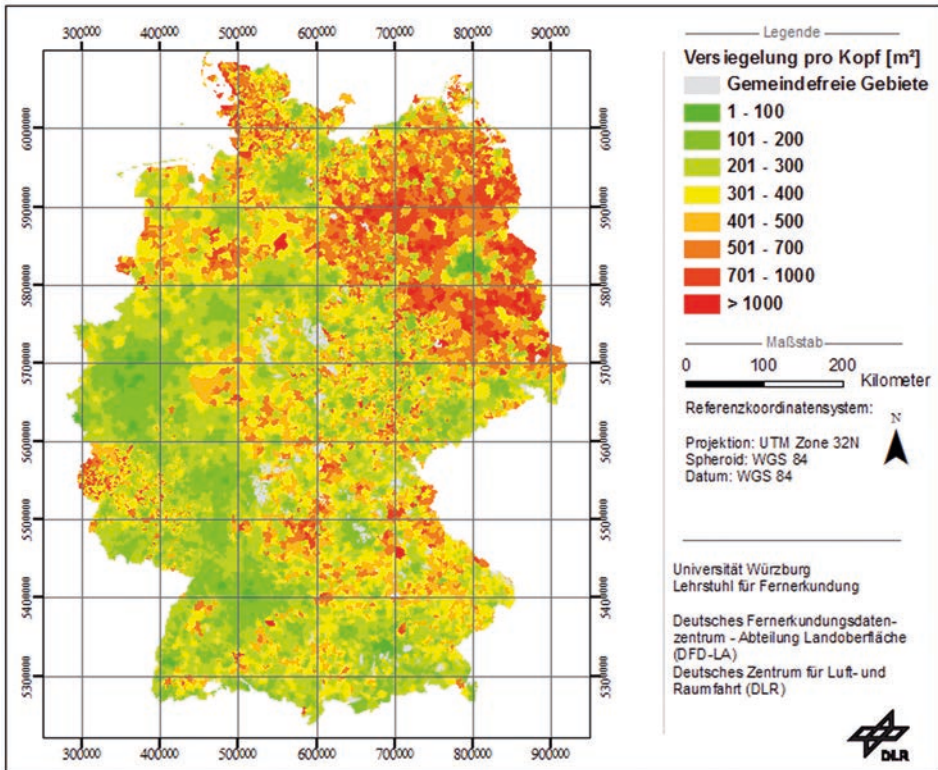


Abb. 4: Versiegelte Fläche pro Kopf [m²] pro Gemeinde (Quelle: Esch et al. 2010)

4.2 Mikroklimamodellierung

Um den negativen Einwirkungen der Klimaveränderung auf das Stadtklima entgegenzuwirken, ist es wichtig, stadtklimatische Prozesse zu verstehen. Verschiedene Effekte, z. B. durch neue Begrünung oder Bebauung, können durch Modellieren und Simulieren untersucht werden. Für eine realistische Simulation werden viele aktuelle räumliche Informationen benötigt, aber auch verschiedenste klimatologische Kennwerte, wie z. B. Wärmeleitfähigkeit.

Im Rahmen einer Dissertation (Heldens 2010) wurden verschiedene räumliche Merkmale (Lage und Höhe von Objekten) aus Höhendaten (Abb. 5a) und Hyperspektraldaten (Oberflächenmaterialien) abgeleitet (Abb. 5b). Jedem Objekt konnten auf diese Weise klimatologische Eigenschaften zugewiesen werden. Diese Daten wurden danach als Eingangsdaten (Abb. 5c) für das 3D-Mikroklimamodell ENVI-met genutzt um Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit zu simulieren (Abb. 5d).

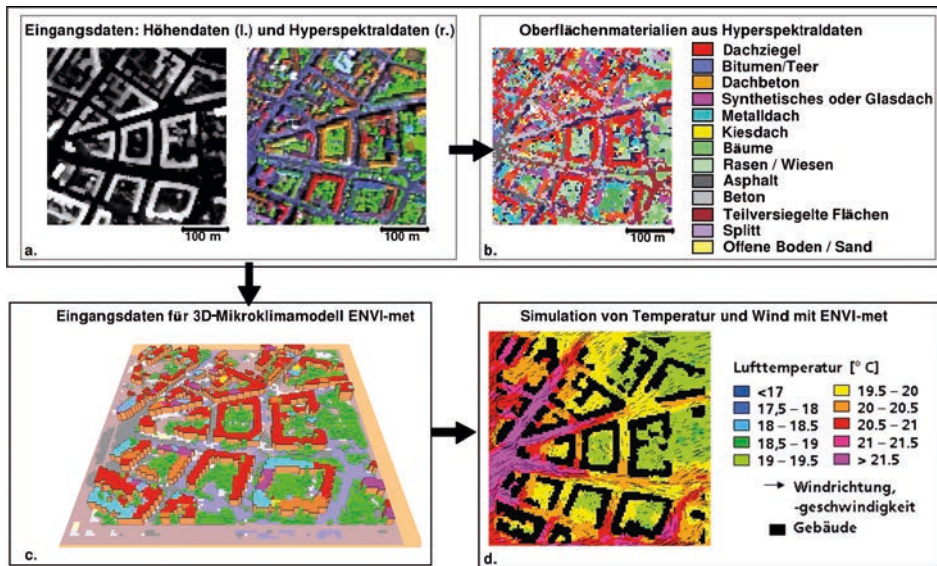


Abb. 5: Höhendaten und Hyperspektraldaten als Eingangsdaten für ein Mikroklimamodell zur Simulation von Temperatur und Windrichtung (Quelle: Heldens 2010)

5 Fazit und Ausblick

Die Fernerkundung kann räumliche Basisinformationen auf verschiedenen räumlichen Ebenen regelmäßig, standardisiert und großflächig erstellen. Statistik- und Geodaten, wie sie zurzeit von verschiedenen Ämtern in Deutschland erhoben werden, liefern viele Informationen für thematische Analysen. Die kombinierte Auswertung dieser Datenquellen generiert einen Mehrwert, der besonders im Kontext komplexer, raumbezogener Planungsfragen genutzt werden kann. Die Interpolation von Geo- und Statistikdaten auf Grund von Korrelationen mit räumlichen Merkmalen in den Fernerkundungsdaten erlaubt Aussagen in hoher geometrischer Auflösung. In ähnlicher Weise erlaubt die Extrapolation punktueller Informationen flächendeckende Aussagen. Die großflächige Verfügbarkeit der Fernerkundungsdaten und die weitgehend automatisierten Methoden zur Auswertung erlauben räumliche und zeitliche Vergleiche. Der vorliegende Beitrag hat einige Beispiele für die Generierung von Mehrwert durch die Verknüpfung

von Fernerkundungsdaten mit Statistik- oder Geodaten aufgezeigt. Weitere Ansätze der Verknüpfung betreffen Bevölkerungsdaten (Wurm, Taubenböck 2011) bzw. sozioökonomische Daten (Wurm, Goebel, Wagner 2011).

6 Literatur

- Esch, T.; Himmler, V.; Schorcht, G.; Thiel, M.; Wehrmann, T.; Bachhofer, F.; Conrad, C.; Schmidt, M.; Dech, S. (2009): Large-area assessment of impervious surface based on integrated analysis of single-date Lnadat-7 images and geospatial vector data. *Remote Sensing of Environment*, Nr. 113, pp. 1678-1690.
- Esch, T.; Klein, D.; Einig, K.; Jahnz, B.; Zaspel, B.; Jonas, A.; Heldens, W.; Wettemann, J.; Klein, R.; Dech, S. (2010): Entwicklung und Evaluierung eines Flächenbarometers als Grundlage für ein nachhaltiges Flächenmanagement. Endbericht. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Esch, T.; Taubenböck, H.; Geiss, C.; Nast, M.; Schillings, C.; Metz, A.; Heldens, W.; Keil, M.; Dech, S. (2011): Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale. Projektbericht. Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Berlin. Förderkennzeichen 3004775. Im Druck.
- Geiß, C.; Taubenböck, H. (2011) Quartiersbezogene Potentialmodellierung von Wärmenetzen basierend auf Erdbeobachtungsdaten. In: Schilcher, M. (Hrsg.): Geoinformationssysteme. Beiträge zum 16. Münchner Fortbildungsseminar 2011, S. 208-223.
- Geiß, C.; Taubenböck, H.; Wurm, M.; Esch, T.; Nast, M.; Schillings, C.; Blaschke, T. (2011): Remote sensing based characterization of settlement structures for assessing local potential of district heat. *Remote Sensing*, 2011, 3, pp. 1447-1471.
- Heldens, W. (2010): Use of hyperspectral data and height information to support urban-micro climate characterisation. Dissertation. Universität Würzburg.
- Wurm, M.; Taubenböck, H. (2011): Abschätzung der Bevölkerungsverteilung mit Methoden der Fernerkundung. In: Taubenböck, H.; Dech, S. (Hrsg.): Fernerkundung im urbanen Raum – Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. S. 143-152.
- Wurm, M.; Goebel, J.; Wagner, G. G. (2011): Integration raumrelevanter Indikatoren in sozial- und verhaltenswissenschaftliche Analysen. In: Taubenböck, H.; Dech, S. (Hrsg.): Fernerkundung im urbanen Raum – Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. S. 153-162.