

Multi-Daten Ansatz für verbesserte Landnutzungsanalysen - Fallstudie Rur-Einzugsgebiet

Guido Waldhoff, Constanze Curdt, Dirk Hoffmeister & Georg Bareth

Geographisches Institut, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln
(guido.waldhoff, c.curd, dirk.hoffmeister, g.bareth)@uni-koeln.de

Abstract: For numerous spatial applications, land use data are of central importance and have to be available in a spatial data infrastructure for regional modeling, according to the international data standards. This also counts for the research project TR32 which focusses on SVA modelling in a regional context. Especially for (agro-)ecosystem modeling the information content of the available official land use data is rather poor. For this purpose disaggregated land use data, which provide information about the major crops and crop rotations as well as management data are needed. The analysis of multispectral, hyperspectral and/or radar remote sensing data is a standard method to retrieve such kind of information. By using the Multi-Data Approach (MDA) for the study area Rur catchment, the retrieved information from remote sensing analysis is integrated into official land use data by GIS technologies to enhance both the information level of existing land use data and the quality of the land use classification.

1 Einleitung

Für zahlreiche räumliche Anwendungen sind Informationen zur Landnutzung von zentraler Bedeutung. Dies gilt auch für den von der DFG finanzierten SFB/TR32 „Patterns in Soil-Vegetation-Atmosphere Systems: monitoring, modelling and data assimilation“ (<http://www.meteo.uni-bonn.de/projekte/tr32-wiki/>). Der SFB/TR32 beschäftigt sich mit der regionalen Modellierung von Stoffflüssen zwischen Atmosphäre, Vegetation und Boden. Für die Modellierungen im SFB/TR32 sind detaillierte Landnutzungsdaten unentbehrlich und sollten mit allen weiteren notwendigen Geodaten in einem (Landnutzungs-)Informationssystem bereitgestellt werden. Wichtig ist hierbei, dass internationale Standards berücksichtigt und entsprechende Metadaten bereitgestellt werden. Insbesondere Informationen zur Datenqualität müssen geliefert werden, damit Qualitätsbewertungen für die darauf basierenden Modellierungen erstellt werden können [CHW08]. Landnutzungsdaten sind üblicherweise aus offiziellen Quellen (z.B. Corine Landcover) verfügbar, liefern meist aber nicht den von der regionalen Modellierung geforderten Informationsgehalt. So wird bei landwirtschaftlicher Nutzfläche meist nur zwischen Ackerland, Grünland und Sonderkulturen unterschieden. Eine Differenzierung verschiedener Ackerfrüchte oder sogar Fruchtfolgen findet nicht statt. Gerade diese Informationen werden jedoch von prozessorientierten Agroökosystemmodellen benötigt [BY07]. Hierfür können disaggregierte Landnutzungsdaten, die zusätzlich Informationen zur Düngung, Bewässerung oder dem Erntedatum bereitstellen, einen Beitrag leisten.

Die Analyse multi- oder hyperspektraler und/oder Radardaten ist eine Standardmethode, um solche Informationen zu gewinnen. Durch die Verwendung des Multi-Daten Ansatzes (MDA) lassen sich die satellitengestützten Landnutzungsinformationen mit verfügbaren Landnutzungsdaten (z.B. Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, ATKIS) mittels GIS-Analysen verschneiden, um so den Informationsgehalt zu erhöhen [Ba08]. Das Ergebnis sind disaggregierte Landnutzungsdaten, die auch Fruchtfolgen als Information enthalten können. Im Folgenden werden erste Ergebnisse des MDA für die Untersuchungsregion des SFB/TR32, das Rur-Einzugsgebiet (Abbildung 1), vorgestellt.

2 Daten und Methoden



Abbildung 1: Rur-Einzugsgebiet und ASTER-Abdeckung

Die Entwicklung des Multi-Daten Ansatzes begann bereits Mitte der 1990er Jahre [Ba01, Ba98]. Die Grundidee besteht darin, alle verfügbaren räumlichen Daten zur Landnutzung in Kombination mit Fernerkundungsdaten zu verwenden [RB04]. Im Wesentlichen gliedert sich der MDA in drei Arbeitsschritte: (i) Zu Beginn müssen für die Fragestellung geeignete Fernerkundungsdaten beschafft werden, um detaillierte Landnutzungsinformationen für das Rur-Einzugsgebiet mithilfe einer überwachten Klassifikation ableiten zu können. Gewählt wurden hierfür multispektrale Satellitendaten des 'Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer' (ASTER). ASTER verfügt über drei Bänder im sichtbaren bis nahem Infrarot (VNIR, 15 m räumliche Auflösung), sechs Bänder im kurzwelligen Infrarot (SWIR, 30 m) und fünf Bänder im thermalen Infrarot (TIR, 60 m) [YKT98]. Für das Rur-Einzugsgebiet wurde ein Mosaik aus drei ASTER AST_07XT-Szenen vom 1. Mai 2007 erstellt. Dieses Datenprodukt enthält die 9 VNIR- und SWIR-Bänder und ist bereits atmosphärisch und radiometrisch

(inklusive einer Crosstalk-Korrektur der SWIR-Daten [IT05]) korrigiert. Um die Landnutzung (LU) zum Aufnahmezeitpunkt der Satellitendaten möglichst differenziert zu erfassen, wurden intensive Geländekartierungen zur Auswahl von Trainingsgebieten im Untersuchungsgebiet durchgeführt. Die Klassifikation der ASTER-Daten (ASTER-LU) erfolgte anhand des Spectral Angle Mapper (SAM) [BK94]. Über die Qualität der Klassifikation wird in der endgültigen Version eine Errormatrix Auskunft gegeben. (ii) Im zweiten Schritt wurde die ASTER-LU nun mit hochwertigen Landnutzungsdaten aus öffentlichen

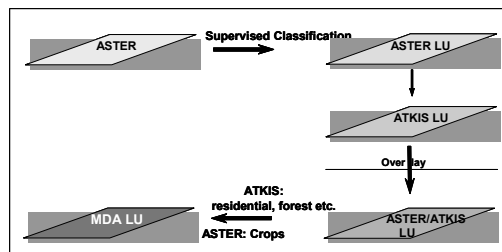


Abbildung 2: Multi-Daten Ansatz (MDA), [Ba01]

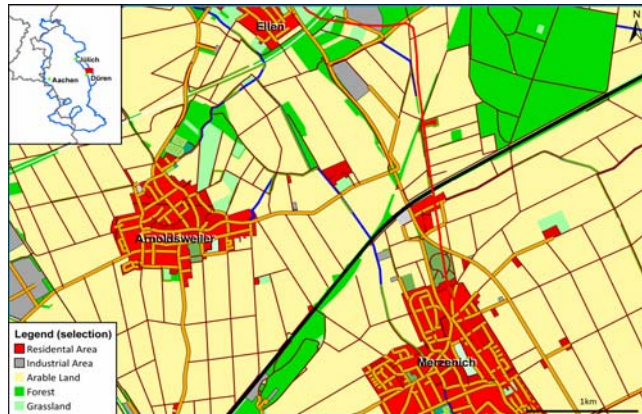


Abbildung 3: ATKIS-BasisDLM (Daten: Bezirksregierung Köln)

zeigt kartographisch aufbereitete ATKIS-Daten für einen Ausschnitt des Untersuchungsgebiets (vgl. gelber Kasten in Abb. 1). Eine Unterscheidung nach Feldfrüchten findet sich aber auch hier nicht. Dafür konnten die ASTER-Daten durch die hohe ATKIS-Lagegenauigkeit von etwa 3 m (www.lverma.nrw.de), während der Aufbereitung geometrisch korrigiert werden. (iii) Unter Anwendung wissensbasierter Produktionsregeln wurde schließlich die finale Landnutzungsklassifikation durch Verschneidung der verschiedenen Datenquellen generiert. Dabei kann für jede Klasse bestimmt werden, welche Datenquelle unter bestimmten Bedingungen, zur Erzeugung der finalen Landnutzungskarte (MDA-LU) herangezogen wird.

4 Ergebnisse

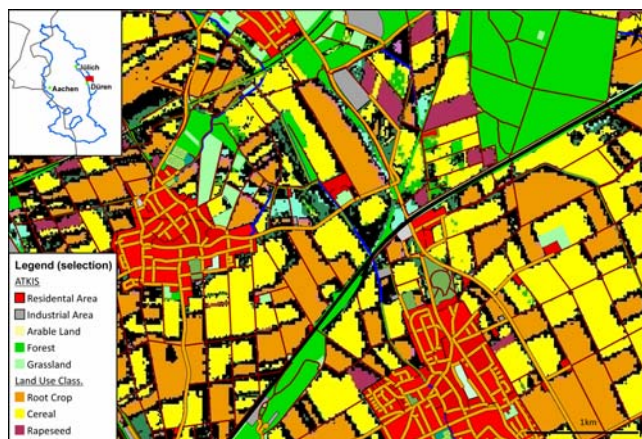


Abbildung 4: ATKIS und ASTER-LU kombiniert

genommen hat. Ackerland wird nun nach Feldfrüchten unterschieden. Nichtklassifizierte Bereiche können anhand der ATKIS-Grenzen leichter einer Nutzung zugeordnet werden.

Quellen der Landesvermessung, dem vektorbasierten ATKIS-BasisDLM, im GIS kombiniert. Das ATKIS umfasst die Topographie der Landschaft als Flächen, Linien und Punkte, die in Objektbereiche wie Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer eingeordnet sind. Insbesondere mit den Objektarten für Vegetation enthält das ATKIS zudem zahlreiche Landnutzungs-

informationen. Abb. 3 zeigt kartographisch aufbereitete ATKIS-Daten für einen Ausschnitt des Untersuchungsgebiets (vgl. gelber Kasten in Abb. 1). Eine Unterscheidung nach Feldfrüchten findet sich aber auch hier nicht. Dafür konnten die ASTER-Daten durch die hohe ATKIS-Lagegenauigkeit von etwa 3 m (www.lverma.nrw.de), während der Aufbereitung geometrisch korrigiert werden. (iii) Unter Anwendung wissensbasierter Produktionsregeln wurde schließlich die finale Landnutzungsklassifikation durch Verschneidung der verschiedenen Datenquellen generiert. Dabei kann für jede Klasse bestimmt werden, welche Datenquelle unter bestimmten Bedingungen, zur Erzeugung der finalen Landnutzungskarte (MDA-LU) herangezogen wird.

In Abbildung 4 ist ein erstes Ergebnis des MDA für den Ausschnitt aus Abbildung 3 dargestellt. Im Beispiel wurden nur ASTER-LU-Klassen für Ackerland verwendet. Alle anderen Informationen zur Landnutzung, also auch die Abgrenzungen der Flächen, stammen aus den ATKIS-Daten. Beim Vergleich beider Abbildungen wird ersichtlich, dass der Informationsgehalt deutlich zugenommen hat. Ackerland wird nun nach Feldfrüchten unterschieden. Nichtklassifizierte Bereiche können anhand der ATKIS-Grenzen leichter einer Nutzung zugeordnet werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Verwendung der ATKIS-Vektordaten für Infrastruktur, Siedlungs-, Industrie-, Wald- und städtische Grünflächen in Kombination mit detaillierten Landnutzungsinformationen aktueller Fernerkundungsdaten für Ackerland, können inhaltlich deutlich differenziertere und räumlich genauere Landnutzungsdaten für das Rur-Einzugsgebiet anhand des MDA erzeugt werden. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise vermeiden, dass agrarische Landnutzungen innerhalb von Ortschaften klassifiziert werden. Da linienhafte ATKIS-Objekte wie Verkehrswege Informationen zur Breite beinhalten, ist auch hierfür eine genauere Flächenabschätzung, durch Pufferung der Verkehrswege möglich. In herkömmlichen Landnutzungsklassifikationen liegt unter anderem im Wegenetz oftmals eine große Fehlerquelle für die Flächenberechnung und -abgrenzung. Darüberhinaus kann der Informationsgehalt durch die Integration zusätzlicher, verschiedenster Daten weiter gesteigert werden [vgl. BGT07]. Die Einbeziehung von Schutzgebietsgrenzen ermöglicht beispielsweise eine genauere räumliche Abschätzung des Düngereintrags in den Boden.

Literaturverzeichnis

- [Ba08] Bareth, G.: Multi-Data Approach (MDA) for enhanced land use and land cover mapping. - Proc. XXI ISPRS Congress, 3-11 July 2008, Beijing, China, 2008.
- [Ba01] Bareth, G.: Integration einer IRS-1C-Landnutzungsklassifikation in ATKIS zur Verbesserung der Information zur landwirtschaftlichen Nutzfläche am Beispiel des württembergischen Allgäus. GeoBIT 6/2001.
- [Ba98] Bareth, G.: Generating a database to present the regional impacts of strategies to avoid greenhouse gases from agriculture and land use. In: *Proceedings of the First International Conference on Geospatial Data in Agriculture and Forestry 1998*, Lake Buena Vista, Florida, USA, Hrsg: Environmental Research Institute of Michigan (ERIM), 1998.
- [BY07] Bareth, G., Yu, Z.: Interfacing GIS with a process based agro-ecosystem model - case study North China Plain. In: Tang, X., Liu, Y., Zhang, J., Kainz, W. (Hrsg.): *Advances in spatio-temporal analysis*, ISPRS Book Series, Taylor & Francis, London, 2007.
- [BK94] Boardman, J. W., Kruse F. A.: Automated spectral analysis: a geological example using AVIRIS data, north Grapevine Mountains, Nevada. *Proceedings ERIM 10th Thematic Conference on Geologic Remote Sensing*, 1994.
- [BGT07] Butenuth, M., v. Gösseln, G., Tiedge, M., Heipke, C., Lipeck, U., Sester, M.: Integration of heterogeneous geospatial data in a federated database. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Band 62, 2007.
- [CHW08] Curdt, C., Hoffmeister, D., Waldhoff, G., Bareth, G.: Spatial Data Infrastructure for Soil-Vegetation-Atmosphere Modelling: Set-up of a spatial database for a research project (SFB/TR32). *Proc. XXI ISPRS Congress*, Peking, China, Juli 2008.
- [IT05] Iwasaki, A., Tonooka, H.: Validation of Crosstalk Correction Algorithm for ASTER/SWIR. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Band 43 (12), 2005.
- [RB04] Rohierse, A., Bareth, G.: Integration einer multitemporalen Satellitenbildklassifikation in ATKIS zur weiteren Differenzierung der Objektart Ackerland, GIS 03/2004.
- [YKT98] Yamaguchi, Y., Kahle, A.B., Tsu, H., Kawakami, T.: Overview of Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Band 36 (4), 1998.