Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 91 (1993)

Heft: 6

Artikel: Versuche zur Verwendung von Satellitendaten für die Nachführung der schweizerischen Arealstatistik

Autor: Itten, K.I. / Meyer, P. / Kellenberger, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-234971

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Versuche zur Verwendung von Satellitendaten für die Nachführung der schweizerischen Arealstatistik

K.I. Itten, P. Meyer, T. Kellenberger, St. Sandmeier, R. Sandmeier-Leu, I. Leiss, C. Ehrler

Mit dem Ziel gewisse Klassen der Arealstatistik schneller und effizienter nachführen zu können, wurden Versuche mit Erderkundungs-Satellitendaten unternommen. Insbesondere die Erfassung von Waldflächen im Mittelland und in den Voralpen mit radiometrisch und geometrisch korrigierten Satellitendaten zeigte erfolgversprechende erste Resultate. In einem erweiterten Projekt wird gegenwärtig in Zusammenarbeit mit der Sektion Raumnutzung des Bundesamtes für Statistik systematisch untersucht, welche der Arealstatistik-Klassen sich eignen für eine Nachführung mit Satellitenbildern.

Dans le but de pouvoir mettre à jour plus rapidement et plus efficacement certaines classes de la statistique des superficies, des essais ont été entrepris au moyen de données de satellites d'observation de la terre. En particulier le recensement au moyen de données de satellites corrigées radiométriquement et géométriquement au niveau du Plâteau et des Préalpes ont conduit à des premiers résultats prometteurs. Actuellement, dans le cadre d'un projet plus étendu et en collaboration avec la section de l'utilisation du territoire de l'Office fédéral de la statistique, il est systématiquement recherché quelles classes de la statistique des superficies se prêtent à une mise à jour par des images de satellites.

Einleitung

Die schweizerische Arealstatistik stellt eine ausgezeichnete Basis für Planungen im überregionalen, kantonalen und nationalen Rahmen dar. Die Erhebungsmethode ist aufwendig und als Stichprobenstatistik zusätzlich mit gewissen Nachteilen bei der Nachführung behaftet. Einmal steht der enorme Aufwand und dann auch die Frage da, ob in allen Regionen und bei allen Klassen mit der Original-Auflösung nachgeführt werden müsse. Die Frage einer Automatisierbarkeit der Interpretation einerseits, oder die Verwendung von hochauflösenden Satellitenbildern mit automatisierter Klassifikation andererseits, drängen sich dabei auf. Im folgenden werden einige Versuche insbesondere im Bereiche der Klassifikation von Waldflächen übersichtsweise aufgezeigt. Für die Detailresultate wird auf die zitierte Literatur verwiesen.

Datenlage

Seit 1972, dem Start des ersten Landsat (ERTS-1), stehen quasi operationell Erderkundungssatelliten-Daten mit ansprechenden Auflösungsvermögen zur Verfügung. Während das multispektrale Scannersystem MSS mit 79 m Auflösung in 4 Spektralbereichen bis heute in Landsat 5 beibehalten wurde (Ausnahme Landsat-3 mit einem 5. Infrarot Kanal), kam nach einigen Versuchen mit «Return Beam Vidicons» (RBV) bei Landsat 1, 2 und 3 ab Landsat 4 parallel zum MSS ein modernerer elektromechanischer Bildabtaster «Thematic Mapper» mit 7 Spektral-Kanälen und 30 m/120 m Bodenauflösung zum Einsatz.

Mit einer Repetitionsrate von 16 Tagen stehen global bei wolkenlosen Verhältnissen Bilder von ca. 185 km x 185 km Grösse digital oder auch analog zur Verfügung. Ein gut ausgebautes Empfangsstationennetz und ein System von Relay-Satelliten (TDRSS) sorgen für fast weltweite Empfangsmöglichkeiten.

1986 wurde ein weiteres für die Erdbeobachtung bedeutsames System mit dem französischen SPOT-1 lanciert, dem 1990 SPOT-2 folgte. Mit einem fortschrittlichen multispektralen «Push Broom» CCD Scanner HRV werden in 3 Spektralbereichen 20 m Bodenauflösung erzielt und in einem panchromatischen Band gar 10 m. Durch die seitlich zur Flugbahn schwenkbaren Aufnahmeachsen kann die Aufnahmerepetitionsrate in unseren Breiten auf 3 Tage verkürzt werden. Durch 2 Aufnahmen aus unterschiedlichen Winkeln lassen sich zudem Stereobilder erzeugen. Dies verbessert die Interpretationsmöglichkeiten einerseits und erlaubt andererseits das automatisierte Erstellen von digitalen Geländemodellen.

Eine ganze Reihe anderer, z.T. auch experimenteller Satelliten und Raumsysteme liefert ebenfalls Erderkundungsdaten, die dem Zwecke von detaillierten Landnutzungs-Erhebungen und -Überwachungen dienen können. Die japanischen MOS-1 und 2 gehören dazu wie die indischen IRS-1A und 1B. Bei den optischen Geräten seien auch die MOMS und Stereo MOMS/02 Systeme erwähnt. Letzteres wurde soeben in der deutschen D-2 Shuttle Mission ausgetestet und liefert durch gleichzeitiges Abtasten nach vorn, unten und hinten ebenfalls Stereobilder, die zur Erstellung von digitalen Geländemodellen eingesetzt werden können. Aus Sojuz, COSMOS und den russischen Mir Raumstationen werden seit Jahren höchstauflösende photographische Systeme eingesetzt, deren Daten auch zivil erhältlich sind, wie z.B. KATE-200, KFA-1000, TK-350 und KMH-1000, – die letzte mit 2 m Auflösung (im Original 0.75 m).

Schliesslich und nicht zuletzt sei ERS-1 erwähnt, der erste europäische Erderkundungssatellit der ESA mit seinem SAR (Synthetic Aperture Radar) von ca. 20 m Auflösung, der bei Tag und Nacht und auch durch Wolken hindurch Aufnahmen gestattet. Dessen Verwendung über Land, z.B. zur Kontrolle des Abholzens tropischer Regenwälder, wird u.a. gegenwärtig getestet.

Im folgenden beschränken wir uns auf die Frage der Verwendbarkeit von Landsat TM und SPOT HRV für die Nachführung einiger Klassen der schweizerischen Arealstatistik.

Satellitenbilder für die Erfassung der Landnutzung

Die Klassen der Arealstatistik (s. Artikel von Beyeler et al. in diesem Heft) wurden aufgrund von planerischen und politisch/ökonomischen Gesichtspunkten sowie in Hinblick auf die Erfassbarkeit mit Hilfe von Luftbildern festgelegt.

Darum ist zu allem Anfang darauf hinzuweisen, dass schon der Versuch gewagt ist, mit einem völlig anderen Medium, einem räumlich bedeutend schlechter auflösenden Satellitenbild, die Arealstatistik aufzudatieren.

Aufgrund bisheriger Erfahrungen mit diesen Daten lag es nahe, zuerst mit wenigen groben Klassen Versuche durchzuführen, in der Hoffnung, diese später dann verfeinern zu können. Nachdem Itten (1980) die Anwendbarkeit von Landsat MSS Daten für grossräumige Inventuren in der Schweiz untersucht und Lichtenegger (1980) mit einem multitemporalen Ansatz, bei erheblichem Aufwand, gute Resultate für agrarische Detailkartierungen aufgezeigt hatten, wurden an den «Remote Sensing Laboratories» (RSL) des Geographischen Instituts der Universität Zürich

zunächst im städtischen Raum weitere Versuche von Detailklassierungen mit unterschiedlichem Erfolg und Aufwand durchgeführt (Baumgartner 1983, Johnson 1985). Itten gelang zwar die Unterteilung in 2 Bebauungsdichten, die im Vergleich mit dem damaligen ORL/Hektarraster gut übereinstimmten, doch war das MSS System nicht geeignet, grobe Fehlklassifikationen im ländlichen Raum zu vermeiden.
Mit den ersten zur Verfügung stehenden TM Bilddaten wurden die Versuche zur Wald- und Wald-Bestandeskartierung wieder aufgenommen (Müller 1985). Bachmann (1989) richtete dann erstmals die Fragestellung auf die Nachführung der Arealstatistik aus. In ihrem Testgebiet des Kartenblattes 1:25000 Uster erzielte sie wertvolle Resultate. Bei der Erfassung der Waldflächen erreichte sie beispielsweise eine Übereinstimmung mit der Arealstatistik von 90.6 %, im Vergleich zur Landeskarte noch 87 %. Hier stellt sich die Frage der Vergleichbarkeit der Resultate. Naturgemäss traten Fehler auf im Bereiche der Waldrand-Schatten, bei lockerem Gebüschwald und Kleingehölz in Sumpf- und Riedland sowie entlang den Ufern des Pfäffiker- und Greifensees, deren Umsäumung mit Baumreihen weder von der Landeskarte noch von der Arealstatistik richtig erfasst werden. Weitere Unterschiede traten auf bei Waldstrassen, Schneisen für Elektrizitäts- oder Gasleitungen sowie Waldblössen (Rodungen/Kahlschläge), die als Wald in der Landeskarte ausgewiesen, aber im Satellitenbild eindeutig als Nicht-Wald erkannt werden. Andererseits sind mit dem 30 m auflösenden TM System gewisse Fehlklassifikationen bedingt durch Mischsignaturen nicht auszuschliessen.

Abb. 1: Landsat TM Band 4 vom 3. Juli 85, Testgebiet Beckenried, unkorrigiert.

Abb. 2: Landsat TM Band 4, nach der Korrektur der Illuminationsunterschiede.

Das Problem topographischer Verzerrungen

Ein zum Teil berechtigter Kritikpunkt in der Diskussion der Anwendungsmöglichkeiten von Satellitendaten für die Arealstatistik bildete die geometrische Ungenauigkeit besonders in alpinem Gelände, das die Daten sehr stark verzerrt und in dem sich die herkömmlichen Verzerrungskorrekturen durch affine Transformationsgleichungen nicht bewähren. Darum wurde ein weiterer Test, unterstützt durch BUWAL, UNEP/GRID und die ESA in der Innerschweiz durchgeführt, mit dem Langfristziel ein Waldinformationssystem aufzubauen, bei dem wesentliche Elemente aus der Klassifikation von Landsat TM Daten stammen sollten.
Mit Hilfe eines digitalen Geländemodelles DHM-25 des Bundesamtes für Landestopographie wurde eine Korrekturmethode entwickelt, bei der jede Aufnahmezeile einzeln panoramisch auf das Geländemodell und schliesslich pixelweise in die Kartenebene umgerechnet wird. Damit konnte die Geometrie mit einer mittleren Genauigkeit von weniger als 1/2 Pixel korrigiert werden.

Radiometrische Korrekturen

Bei einer Klassifikation der Daten im subalpinen Testgebiet des Landeskartenauschnittes 1:25'000 Beckenried stellten sich offensichtliche Probleme der unterschiedlichen Beleuchtung der Objekte aufgrund der variierenden Hangneigung sowie höhenabhängiger atmosphärischer Dunsteinflüsse.
Der Effekt der Korrektur der Illuminationsunterschiede kann durch den Vergleich von Abbildung 1 und Abbildung 2 sehr gut verdeutlicht werden. Bei jedem Bildelement wurde mit Hilfe des digitalen Geländemodelles die Strahldichte zum Aufnahmezeitpunkt errechnet und mit einer semiempirischen Methode (C-Korrektur nach Teillet et al. 1982) ausgeglichen.
Mittels eines atmosphärischen Korrekturmodelles «5S» (Tanré et al. 1986), unter der Annahme einer Standard-Atmosphäre (midlatitude summer), sowie erneut dem Einsatz des digitalen Geländemodelles DHM-25 gelang es, auch einige höhenabhängige atmosphärische Störeinflüsse zu unterdrücken.

Wald- und Waldbestandesklassifikationen

Die Klassifikationen selbst wurden nach einem schrittweise binär-hierarchischen Verfahren (Stänz et al. 1987, Leu 1992) durchgeführt. Abbildung 3 zeigt die einzelnen Verarbeitungsschritte. Nach der

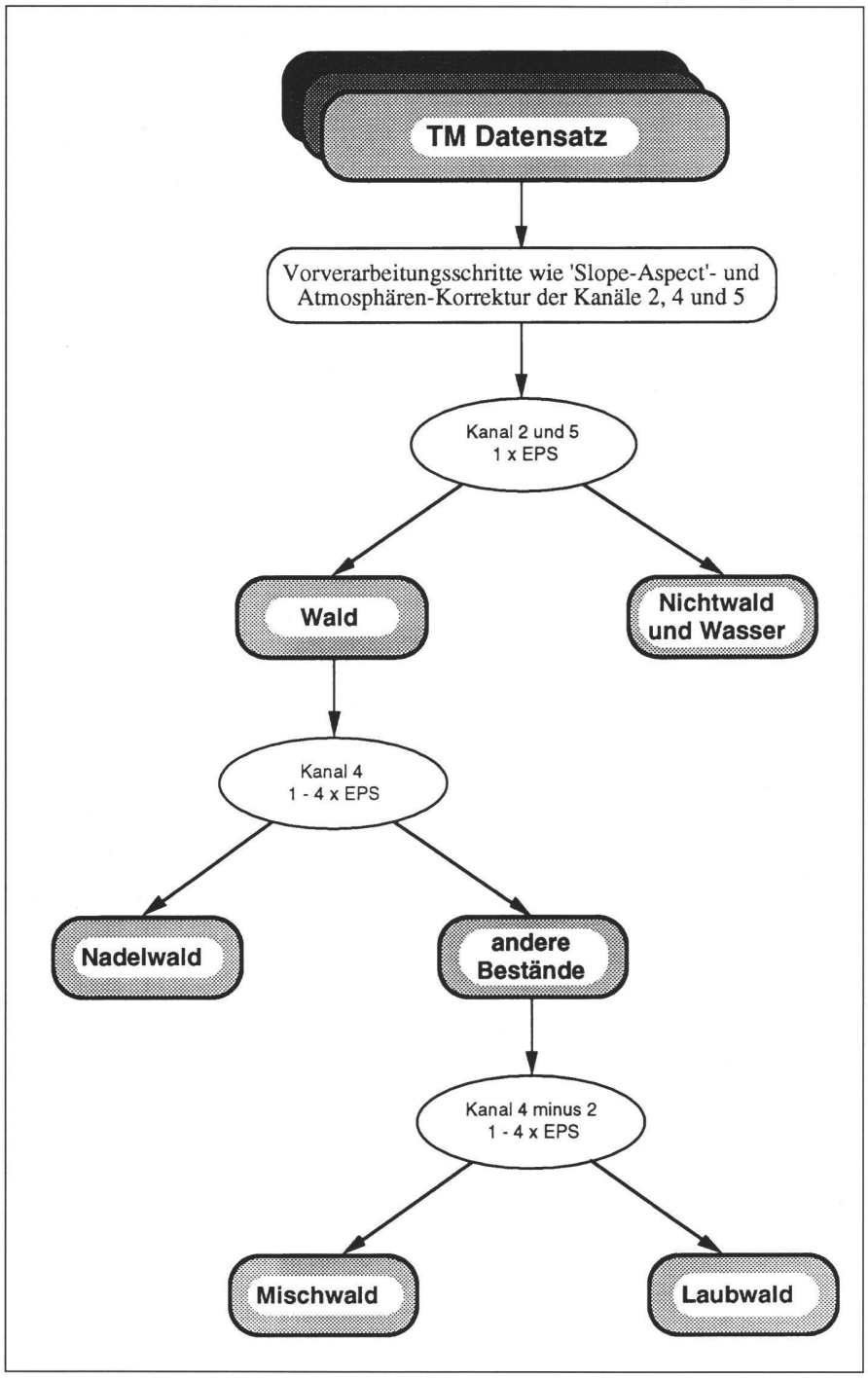

Abb. 3: Übersicht über das binär-hierarchische Klassifikationsverfahren für den Fall der Wald- und Bestandeserfassung.

Vorverarbeitung, den geometrischen und radiometrischen Korrekturen, wird mit Hilfe von Band 2 und 5 (1 x gefiltert mit einem «edge preserving smoothing» Filter) Wald von Nichtwald und Wasser getrennt. Die Resultate der Wald/Nichtwald-Klassifikationen und die Verbesserungen durch die radiometrischen Korrekturen werden in Abbildung 4 dargestellt. Die Klassifikationsgenauigkeit konnte durch die Korrektur der Illumination um ca. 1% , in schlecht und mittel beleuchteten Lagen bis 5%, verbessert werden, während sich die atmosphärischen Korrekturen in den im Bildausschnitt vorherrschenden Höhenlagen nur wenig auswirkten. Verteilt über die Illuminationsklassen zeigt sich, dass insbesondere in den mittleren Verbesserungen erzielt wurden.

In einem weiteren Schritt wurde versucht, die Waldbestände in die Klassen «Überwiegend Nadelwald», «Überwiegend Laubwald» und «Mischwald» zu klassieren, indem der Wald in Band 4 (1-4 x EPS gefiltert) in Nadelwald und andere Bestände und in einem synthetischen Kanal (4 minus 2) schliesslich in Mischwald und Laubwald aufgetrennt wurde. Wegen der ausserordentlichen Artenvielfalt und dem starken Durchmischungsgrad des Waldes im Blatt Beckenried waren von Beginn weg tiefere, ja unbefriedigende Resultate zu erwarten. Abbildung 5 zeigt die Resultate und Resultatverbesserungen der Wald-Bestandesklassifikationen. Auffallend ist die massive (bis 30%) Erhöhung der Klassifikationsgenauigkeit durch die Illuminationskorrektur in den gut beleuchteten Klassen. Die geringfügige Verschlechterung der Resultate durch die atmosphärische Korrektur kann nicht abschliessend erklärt werden. Leu (1991) vermutet, dass verstärkte Streulicht-Anteile durch das nicht-lambertiane Reflexionsverhalten der Bäume dazu geführt haben. Gesamthaft betrachtet ist aber die Verbesserung um 7% recht bedeutend und weist auf die Notwendigkeit radiometrischer Korrekturen, insbesondere der Illuminationskorrektur hin.

Würden die Resultate der Wald- und Waldbestandesklassifikationen auf das 100 m Raster der Arealstatistik Stichproben hochgerechnet, so wären die Genauigkeiten vermutlich in beiden Fällen höher.

Zum Problem der Genauigkeit von Klassifikationen

Die Klassifikationsresultate wurden verglichen mit den Waldflächen aus der Landeskarte 1:25000. Diese Vergleiche wurden digital, d.h. in einem Geographischen Informationssystem (ARC/INFO), mit Hilfe eines abgescannten Grünauszugs der Landeskarte durchgeführt.

Üblicherweise (so z.B. auch bei Blaser in diesem Heft) werden bei digitalen Klassifikationen Trainings- und Teststichproben definiert und gemäss den spektralen Signaturen der Trainingsstichproben die Daten klassiert. Mit Hilfe dieser Klassifikationen werden anhand der Teststichproben (die dann meist auch eindeutig zu einer Klasse gehören) in Kreuztabellen die Genauigkeiten klassenweise errechnet und für das Totalresultat gemittelt.

Seit längerer Zeit bemängeln wir diesen international gebräuchlichen Ansatz, da er unglaubwürdig hohe Klassifikationsgenauigkeiten ergibt und eigentlich nur beweist, dass der Analyst seine Klassen-, Trainings- und Teststichproben vernünftig gewählt hat.

In unseren Tests hingegen wird im gesamten Bearbeitungsraum jedes Bildelement mit den best verfügbaren Bodendaten überprüft und nur jene Pixel als richtig bezeichnet, die auch örtlich und klassenmässig wirklich übereinstimmen. Rein statistisch gesehen, kann man dann trotzdem errechnen, wie die Klassen bezogen auf einen Bearbeitungsraum prozentual verteilt sind. Den Planer hingegen interessiert die lokal erzielbare Genauigkeit.

Es wurde u.a. auch schon ein «Penalty-factor» (Stänz et al. 1987) vorgeschlagen,

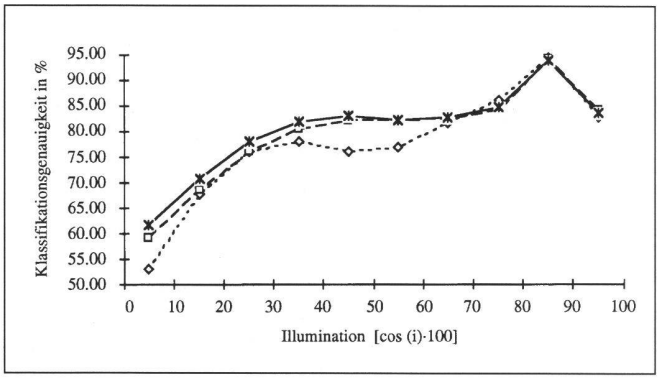

Abb. 4: Genauigkeit der Wald/Nichtwald-Klassifikation im Testgebiet Beckenried in Abhängigkeit der Illumination (Rhombus = unkorrigiert, Quadrat = nur illuminationskorrigiert, Stern = Korrektur der Illumination und Atmosphäre).

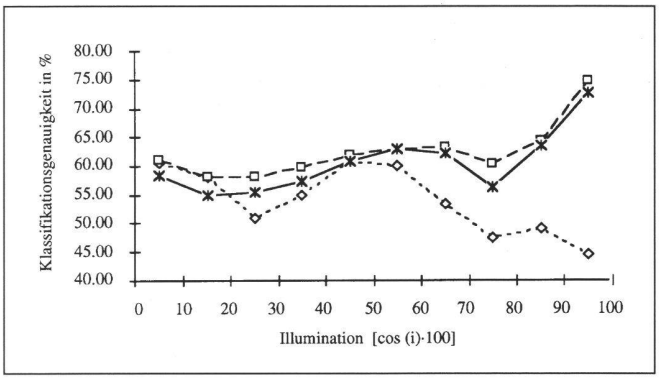

Abb. 5: Genauigkeit der Bestandesklassen im Testgebiet Beckenried in Abhängigkeit der Illumination (Rhombus = unkorrigiert, Quadrat = nur illuminationskorrigiert, Stern = Korrektur der Illumination und Atmosphäre).

der verhindern soll, dass unglaubwürdige Genauigkeitsangaben publiziert werden, die sich in der Praxis als unbrauchbar erweisen.

Systematische Untersuchungen für die Arealstatistik

Ermutigt durch diese auch international anerkannten Resultate wurde die Diskussion mit der Sektion Raumnutzung des BFS aufgenommen und vereinbart, Tests durchzuführen über die Verwendbarkeit der Satellitendaten für die Nachführung der Arealstatistik.

1991 begann eine fruchtbare Zusammenarbeit, in deren erster Etappe ein GIS aufgebaut wurde, das die drei Kartenblätter 1:25000 Zug, Rigi und Beckenried umfasst und in das sowohl Landsat TM als auch SPOT XS 20 m und PAN 10 m Bilddaten integriert wurden. Erste Resultate (Ehrler 1993) liegen vor und zeigen, dass die systembedingten radiometrischen und die geometrischen Korrekturen mit hoher Genauigkeit auch über einen grösseren Raum durchführbar sind. Noch ist der Aufwand in Bezug auf Passpunkte recht erheblich. In Zukunft ist aber zu erwarten, dass einerseits Standard-Passpunkte verwendet werden können und andererseits durch Verwendung hochpräziser Ephemeriden und Lagedaten des Satelliten dieser Aufwand erheblich reduziert werden kann.

Das Innerschweizer Testgebiet wurde gewählt, da 1991 im Rahmen des AVIRISwiss - Projektes Befliegungen mit verschiedensten Aufnahmesystemen parallel durchgeführt wurden und eine grosse Sammlung von simultan erhobenen Bodendaten vorliegen. Unter anderem wurde in der Schweiz erstmals das hochauflösende Bildspektrometer AVIRIS eingesetzt, das gleichzeitig in 225 engen Spektralbändern kontinuierlich vom sichtbaren Bereich bis ins kurzwellige Nahinfrarot (SWIR) Daten aufnehmen kann. Gleichzeitig stehen 11-Kanal Thematic-Mapper-Simulator Daten, Falschfarben-Luftbilder und fast zeitgleiche Landsat TM- und SPOT-Aufnahmen zur Verfügung.

In einer nächsten Phase der Zusammenarbeit mit der Sektion Raumnutzung des BFS wird nun systematisch abgeklärt, welche Einzelklassen neben dem Wald und welche aggregierten Gruppen von Klassen durch heutige Satellitendaten zum Zwecke der Nachführung der Arealstatistik dienlich sein können. Zudem sollen Hinweise gegeben werden, inwieweit zukünftige Systeme (ETM, HRIS) neue Möglichkeiten bieten werden.

Ausblick

Gegenwärtig laufen Versuche, mit Hilfe der Arealstatistik-Stichproben systematische Berechnungen über die Trennbarkeit der Klassen durchzuführen. Dabei kommen sowohl geometrisch und radiometrisch korrigierte Satellitendaten als auch Variablen aus dem GIS «Zug-Rigi-Beckenried» (z.B. Geländehöhe und -neigung) zum Einsatz. Es darf aber nicht erwartet werden, dass ein Grossteil der gegenwärtigen Klassen der Arealstatistik in naher Zukunft operationell mit Satellitenbildern nachgeführt werden kann. Wir sind jedoch der Meinung, dass eine sinnvolle hierarchische Kombination der verschiedenen Methoden letztlich doch Raum für Effizienzsteigerungen bieten wird. Denkbar ist auch eine Abkehr von der Punkt-Stichproben Methode hin zu einer insbesondere im lokalen Bereich vergleichbareren Flächenstichproben Technik.

Die bisherigen Untersuchungen sowie die Ergebnisse von Blaser (in diesem Heft) bestätigen, dass es sorgfältiger und zum Teil auch langfristiger Forschungsprogramme bedarf, um die komplizierten Fragen im Zusammenhang einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Arealstatistik-Nachführung zu lösen.

Literatur:

Bachmann C., 1989: Der Einsatz von Landsat TM-Daten für arealstatistische Zwecke. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 80.

Baumgartner M., 1983: Klassifikation des städtisch bebauten Zürich mit einem multitemporalen Landsat-MSS-Datensatz. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 77.

Bitter P., 1990: Einbau von Landsat Thematic Mapper-Daten in ein Wald-Informationssystem. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 104.

Ehrler C., 1993: Einsatz von Satellitendaten für die Schweizerische Arealstatistik: Radiometrische und geometrische Grundlagen. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 98.

Holecz F., 1993: Postprocessing von Synthetic Aperture Radar Bildern. Dissertation, Geographisches Institut der Universität Zürich (im Druck).

Itten K. I., 1980: Grossräumige Inventuren mit Landsat-Erderkundungssatelliten. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn Bad-Godesberg, p. 88.

Itten K. I., Meyer P., Kellenberger T., Leu R., Sandmeier St., Bitter P., Seidel K., 1992: Correction of the Impact of Topography and Atmosphere on Landsat-TM Forest Mapping of Alpine Regions. Remote Sensing Series, Vol. 18, Department of Geography, University of Zurich, p. 48.

Johnson Th., 1985: Klassifikation der Stadt Zürich mit Hilfe eines Landsat-4 Thematic-Mapper Winterbildes. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 80.

Leu R., 1991: Digitale Kartierung des Schweizer Waldes mit Landsat TM-Daten - Teil B. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 145.

Lichtenegger J., 1980: Landnutzungskartierungen mit multitemporalen Landsat-MSS-Daten. Dissertation, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 158.

Müller E., 1985: Eignung von Landsat-4 Thematic Mapper-Daten für Waldbestandeskartierungen. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 54.

Sandmeier St., 1991: Digitale Kartierung des Schweizer Waldes mit Landsat TM-Daten – Teil A. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 144.

Schaepman M., 1992: Bildspektrometrie: Grundlagen und Datenerhebung im AVIRIS-wiss'91-Projekt. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, p. 101.

Stänz K., Meyer P., Itten K. I., 1987: Hierarchical Classification with Knowledge Based Binary Decision. Proceedings of the IGARSS'87 Symposium, Ann Arbor, pp. 97-102.

Tanré D., Deroo C., Duhaut P., Herman M., Morcrette J. J., Perbos J., Deschamps P. Y., 1986: Description of a Computer Code to Simulate the Satellite Signal in the Solar Spectrum: the 5S code. International Journal of Remote Sensing, 11(4), pp. 659-668.

Teillet P.M., Guindon B., Goodenough D.G., 1982: On the Slope-Aspect Correction of Multispectral Scanner Data. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 8, Nr. 2, pp. 84-106.

Adressen der Verfasser:

Prof.Dr. K.I. Itten,
Dipl. Geogr. T. Kellenberger,
Dipl. Geogr. St. Sandmeier,
Dipl. Geogr. R. Sandmeier-Leu,
Dipl. Geogr. I. Leiss,
Dipl. Geogr. C. Ehrler.

RSL
Geographisches Institut der Universität Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
CH-8057 Zürich

Dr. P. Meyer
z.Zt: Jet Propulsion Laboratory
MS 169 - 315
4800 Oak Grove Drive
Pasadena CA 91109, USA

Wer aufhört zu werben, um Geld zu sparen,

könnte genauso seine Uhr stehen lassen, um Zeit zu sparen.

WILD NA3000 – das neue Präzisions-Digitalnivellier

Ein weiterer Meilenstein Schweizerischer Vermessungstechnologie!

Nutzen Sie die Vorteile des neuen Digitalnivelliers WILD NA3000 für Ihre Präzisionsnivellements und Deformationsvermessungen.

Bei Verwendung der neuen Invar-Strichcodenivellierlatte GPCL3 erreichen Sie bei einer Auflösung von 1/100 mm für die Einzelmessung eine Genauigkeit von 0,4 mm pro km Doppelnivellement.

Profitieren Sie von der einzigartigen Messtechnik der Digitalnivelliere WILD NA2002 und WILD NA3000.

Verlangen Sie noch heute die Unterlagen.

G 12/1-91 CH

Leica AG
Verkaufsgesellschaft

Kanalstrasse 21, 8152 Glattbrugg, Tel. 01/809 33 11, Fax 01/810 79 37
Rue de Lausanne 60, 1020 Renens, Tel. 021/635 35 53, Fax 021/634 91 55

Leica