

ARC/INFO und Satellitenfernerkundung

Stefan Güth

Heutzutage basieren die unterschiedlichsten Erdbeobachtungen auf Satellitendaten. Vieles kann nur „von außen“ ermittelt werden. Beispielsweise können wir täglich in den Nachrichten Bilder der aktuellen Wettersituation sehen, die von Wettersatelliten aufgenommen werden. Die Satellitenfernerkundung ist aber mittlerweile auch ein effizientes Werkzeug, um flächendeckende Landnutzungsdaten zu erzeugen. Für den speziellen Fall der agrarischen Anwendungen beschreibt dieser Artikel einen Teil der Einsatzmöglichkeiten des Geographischen Informations-Systems (GIS) ARC/INFO.

EU-Agrarstatistik

Die gemeinsame Agrarstatistik der Europäischen Union (EU) braucht präzise und aktuelle Landnutzungs- und Ertragsdaten von allen Mitgliedsländern, um die gesamte Nahrungsmittelproduktion ermitteln und steuern zu können. In den einzelnen Mitgliedsländern werden derartige Daten jedoch unterschiedlich erfaßt, wodurch ein Vergleich bzw. eine Zusammenfassung der unterschiedlichen Statistiken nicht einfach ist. Hier können Fernerkundungsdaten von Satelliten Abhilfe leisten, denn damit können flächendeckende Bilder der Erdoberfläche aufgenommen werden.

EU-Projekt MARS

Die EU hat schon 1989 das Pilotprojekt MARS (Monitoring Agriculture with Remote Sensing) in Auftrag gegeben, in dem untersucht wird, inwieweit sich Satellitendaten zur dauernden Beobachtung der agrarischen Landnutzung eignen. In diesem Projekt wurden zum Teil beachtliche Ergebnisse erzielt, indem gezeigt werden konnte, daß mittels Satellitenfernerkundung vor allem in den südlichen Ländern der EU bemerkenswerte Verbesserungen der Schätzung von Anbauflächen und Erträgen möglich sind. In Ländern, die jedoch schon bisher über ein fortgeschrittenes statistisches Instrumentarium zur Feststellung von Anbauflächen und Erträgen auf terrestrischer Grundlage verfügen, konnte den hohen Genauigkeitsanforderungen bzw. der Verlässlichkeit über die Jahre hinweg nicht genüge getragen werden (Stadler 1995). Dies liegt unter anderem daran, daß Bewölkung und andere atmosphärische Störungen (Dunst, Kondensstreifen, Aerosole durch Umweltverschmutzungen) die Nutzung von optischen Satellitendaten häufig behindern. Entsprechende Erfahrungen wurden auch in verschiedenen Fernerkundungsprojekten des INS gemacht (Güth et al. 1995).

Radar-Satellitendaten

Es lag deshalb nahe, Fernerkundungsdaten zu verwenden, die nicht durch atmosphärische Störungen beeinflußt werden. Mit den Europäischen Radar Satelliten (ERS-1 und ERS-2), die in den Jahren 1991 bzw. 1995 von der ESA (European Space Agency) auf ihre Erdumlaufbahnen gebracht wurden, stehen derartige Daten zu Verfügung. Jeder Überflug liefert auswertbare Bilder. Beide Satelliten befinden sich auf polnahen Orbits in einer Höhe von ca. 800 km. Neben anderen Instrumenten tragen beide Satelliten ein sog. SAR (Synthetic Aper-ture Radar) an Bord. Im Gegensatz zu optischen Fernerkundungssatelliten (passives Aufnahmeverfahren, in dem das Sonnenlicht als Strahlungsquelle ausgenutzt wird) ist das Radar ein aktives Verfahren, bei dem zur Abbildung der Erdoberfläche Mikrowellen auf die Erde gesandt werden (ca. 23° Einfallswinkel bei einer kohärenten Wellenlänge von 5,7 cm) und der zurückgestreute Anteil wieder empfangen wird. Beim SAR wird geschickt die Antennenlänge unter Ausnutzung der Flugbewegung „künstlich“ vergrößert (Synthetische Apertur), wodurch sich die Auflösung am Boden vergrößert (4 x 20 m). Anders gesagt: Die Antennenlänge wird klein gehalten, bei gleicher Flughöhe im Orbit und gleicher Auflösung am Boden wären näm-

lich ca. 1,7 km nötig. Mit Hilfe eines aufwendigen Rechenverfahrens (SAR-Processing) wird das Bild synthetisch aus Einzelteilen unter erneuter Berücksichtigung der Flugbewegung zusammengesetzt. Auf diese Art und Weise entstehen neuartige Abbildungen der Erdoberfläche, die auch Informationen von landwirtschaftliche Flächen beinhalten.

ARC/INFO im Projekt EMAP

Im Rahmen des Fernerkundungsprojekts EMAP (ERS-SAR Data for Monitoring Agricultural Land Use as a long Term Project, (Reich und Güth 1998) untersucht das INS die Eignung der ERS-1/2 Daten hinsichtlich ihrer Nutzung für agrarische Anwendungen im Untersuchungsgebiet „Ostalb“ (siehe Abb. 1).

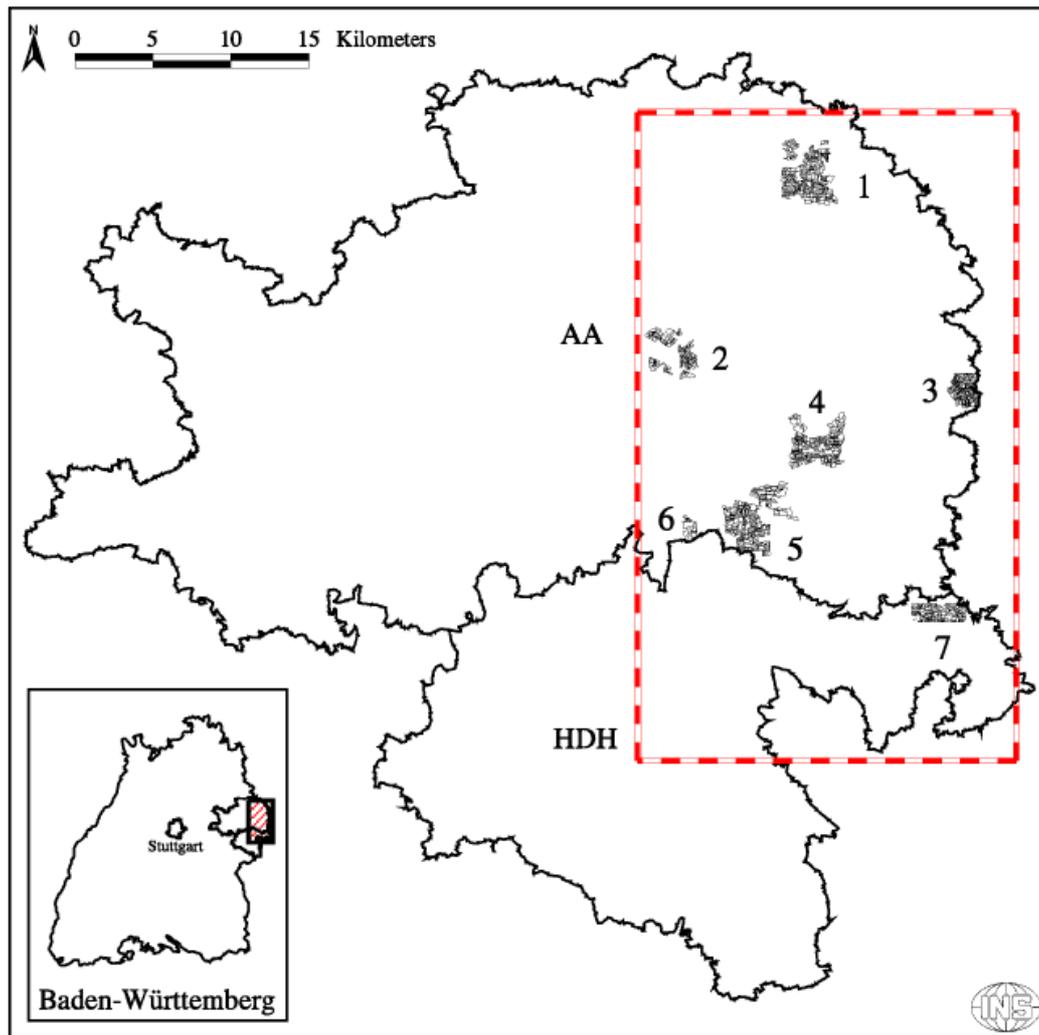


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets “Ostalb” sowie der sieben Testgebiete (z.B. Nr. 5 = Elchingen) in den Landkreisen Ostalbkreis (AA) und Heidenheim (HDH)

ARC/INFO dient hierbei als wichtiges Werkzeug zur Unterstützung der Satellitenfernerkundung. Abb. 2 soll die Rolle von ARC/INFO verdeutlichen, ohne an dieser Stelle näher auf die Einzelheiten der Datenverarbeitung einzugehen. Mit ARC/INFO werden unterschiedliche geographische Informationen als verschiedene Ebenen verwaltet, aktualisiert, analysiert und verschnitten sowie in gewünschter Form für die digitale Bildverarbeitung bereitgestellt. Außerdem werden kartografische Ergebnisse mit dem ARC/INFO-Modul Arc/Plot visualisiert und Präsentationsgrafiken erstellt.

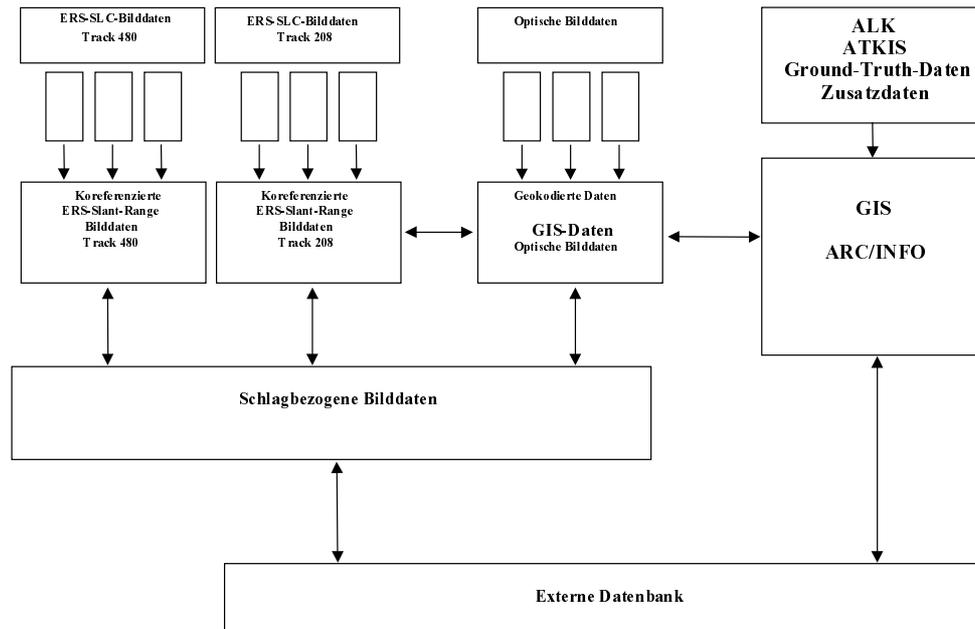


Abb. 2: ARC/INFO und digitale Bildverarbeitung in EMAP

Verwaltung von Ground-Truth-Daten mit ARC/INFO

Um Fernerkundungsdaten besser interpretieren bzw. flächenbezogen auswerten zu können, ist sog. Ground-Truth nötig. D.h. es müssen Daten vorliegen, die die wahren Gegebenheiten der Landoberfläche widerspiegeln und meist am Boden erhoben werden. Landwirtschaftliche Anwendungen konzentrieren sich natürlich auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Andere Gebiete wie z.B. Wälder, Gewässer, bebaute Flächen können im Satellitenbild mit Hilfe von kartografischen Informationen maskiert bzw. ausgeblendet werden. Hierfür steht in Baden-Württemberg mit ATKIS (Amtliches Topographisches Kartographisches Informations-System) des Landesvermessungsamts eine hervorragende Datenbasis zur Verfügung. Die ATKIS Daten werden hierfür in das ARC/INFO Format konvertiert. Dann können die oben genannten Landnutzungsklassen aus dem GIS extrahiert, dem Satellitenbild überlagert und damit aus der Weiterverarbeitung ausgeblendet werden.

Ermittlung der Nutzungsgrenzen

Vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg ist mit dem Automatisierten Liegenschafts-Kataster (ALK) eine weitere digitale Ebene erhältlich. Am INS dienen diese Daten als Grundlage zur Kartierung von landwirtschaftlichen Flächen, die als „geeichte“ Stichproben für die aus Satellitendaten zu klassifizierende Landnutzung dienen. Die im ALK vorhandenen Grenzenlinien (Vektoren) repräsentieren die jeweiligen Parzellen bzw. Eigentumsgrenzen. Die aktuellen Grenzen der verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen müssen jedoch jährlich aktualisiert werden, da sie vielfach nicht mit den Eigentumsgrenzen übereinstimmen, z.B. aufgrund von agrarökologischen Gegebenheiten oder aufgrund des Fruchtwechsels im Rahmen der Fruchtfolge, wegen Änderung der Pachtverhältnisse oder der Agrarpolitik. In den einzelnen Testgebieten (siehe Abb.1) werden dementsprechend Feldkampagnen durchgeführt. Hierfür wird ein Uni-Kfz mit einer mobilen GPS Station (Global Positioning System) ausgerüstet. Die einzelnen Felder (Schläge) werden damit entlang der Feldwege vermessen. Man erhält einzelne Koordinatenpunkte, die in ARC/INFO eingelesen werden und zu einer Karte der aktuellen Nutzungsgrenzen verarbeitet werden. Auf der linken Seite von Abb. 3 ist am

Beispiel von Elchingen die ALK-Vektorstruktur mit den Koordinatenpunkten dargestellt, rechts ist die resultierende Vektorstruktur der aktuellen Nutzungsgrenzen abgebildet.



Abb. 3: Gemarkung Elchingen, Härtsfeld, Ostalbkreis, 5×5 km. Links: Vektorstruktur des Automatisierten Liegenschaftskatasters mit GPS Meßpunkten. Rechts: Vektorstruktur der aktuellen Nutzungsgrenzen 1998

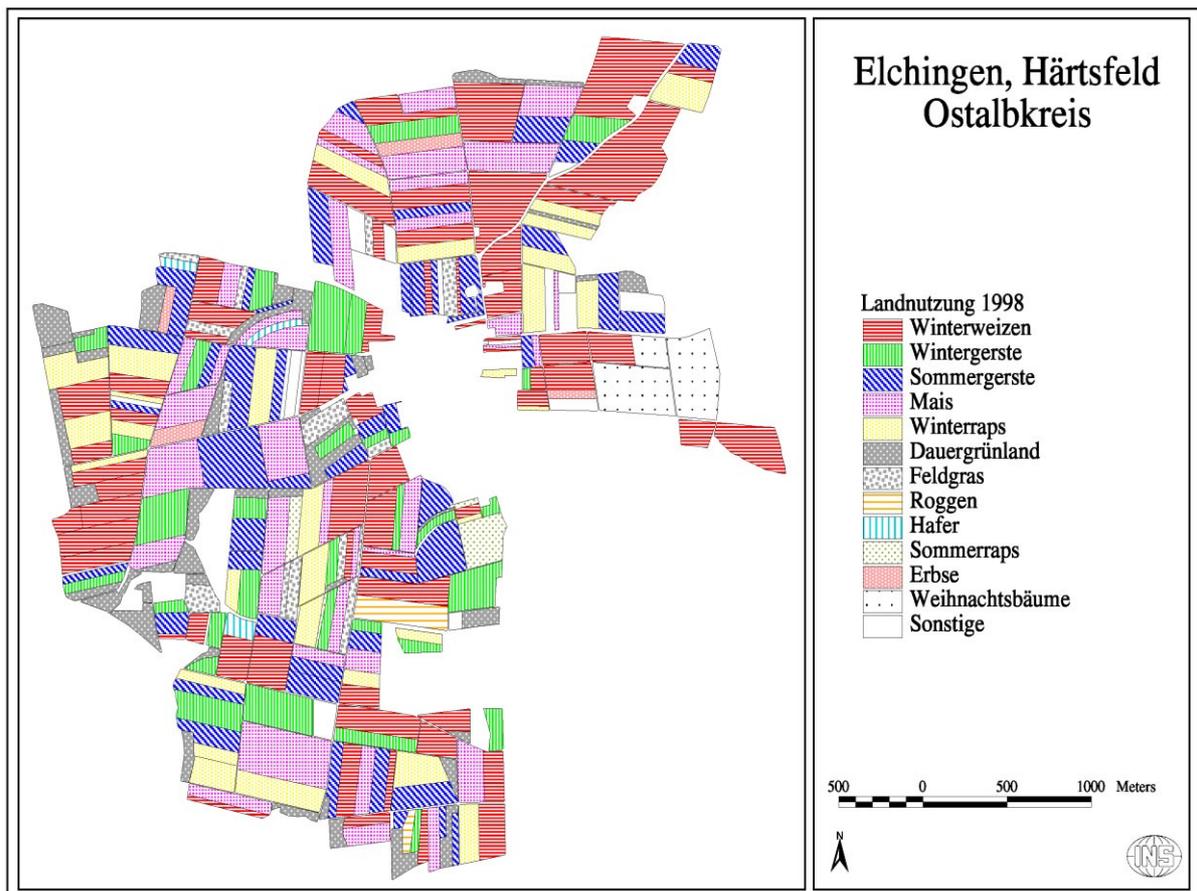


Abb. 4: Landnutzungskarte von Elchingen 1998

Gleichzeitig mit der Vermessung der Flächen wird auch noch die jeweilige Landnutzung in eine provisorische Feldkarte eingetragen. Auf Grundlage der aktualisierten Vektorstruktur wird dann am Bildschirm menügesteuert (unter Arc/Edit) die Landnutzung ins GIS übertragen. So entstehen aktuelle Landnutzungskarten der ausgewählten Testgebiete. Abb. 4 illustriert eine derartige Karte am Beispiel von Elchingen.

Im Vergleich mit Abb. 3 ist in Abb. 4 außerdem gut zu erkennen, daß beispielweise die versiegelten Flächen (Bebauung, Straßen) ausgeblendet (maskiert) wurden.

Statistiken mit AML

Aus ARC/INFO können z.B. mit Hilfe eines einfachen AML-Programms (Arc Macro Language) für jede Landnutzungskarte die korrespondierenden Statistiken der landwirtschaftlich genutzten Flächen abgerufen werden (vgl. Tab. 1).

GIS-Code	Nutzung	Ges. Anzahl	Ges. Fläche [ha]	Durchschnitt Fläche [ha]	Min. Fläche [ha]	Max. Fläche [ha]	Anzahl > 1 ha	Anzahl > 80 m Breite
70	Winterweizen	65	289,3	4,5	0,4	22,5	59	45
130	Silomais	37	153,9	4,2	0,5	16,4	33	21
76	Sommergerste	50	144,2	2,9	0,4	13,0	44	25
110	Winterraps	30	112,2	3,7	0,4	7,8	27	20
75	Wintergerste	32	100,8	3,1	0,6	9,4	28	16
142	Dauergrünland	45	75,1	1,6	0,4	4,9	30	9
149	Weihnachtsbäume	3	31,2	10,4	3,8	14,0	3	3
129	Feldgras	14	25,1	1,8	0,5	4,0	11	2
111	Sommerraps	4	11,1	2,8	0,5	7,2	2	0
85	Erbse	4	10,7	2,7	1,6	4,3	4	1
74	Roggen	2	9,6	4,8	1,4	8,2	2	1
134	Futtergemenge	5	6,3	1,3	0,9	2,1	4	0
151	Schwarzbrache	4	6,2	1,6	0,8	3,2	2	2
77	Hafer	3	5,2	1,7	1,3	2,3	3	1
152	Biotopfläche	1	3,0	3,0	3,0	3,0	1	1
128	Luzerne	1	2,5	2,5	2,5	2,5	1	0
135	Ackersenf	1	2,1	2,1	2,1	2,1	1	0
140	Baumschule	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0
93	Kartoffel	2	0,5	0,3	0,2	0,4	0	0
185	Hecke	1	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0
	Summe	305	990,1				255	147

Tab. 1: Flächenstatistik der landwirtschaftlichen Nutzung in Elchingen 1998 basierend auf GPS-vermessenen Feldern (nach kartierter Gesamtfläche sortiert)

Die gewünschten GIS-Ebenen werden dann aus ARC/INFO extrahiert und für die digitale Bildverarbeitung konvertiert, damit sie den Satellitenbildern überlagert werden können.

ERS-2 Radarszenen

Abb. 5 zeigt für das Gebiet Elchingen (vgl. Abb.3 und 4) einen Ausschnitt aus einer ERS-2 SAR Szene vom 23.6.98. Unterschiedlich genutzte Felder stellen sich in verschiedenen Grautönen dar. Das SAR-spezifische Rauschen läßt eine schärfere Abbildung der Erdoberfläche bisher noch nicht zu. Jedoch stehen solche Bilder im etwa 17-tägigen Turnus zur Verfügung. Durch geschickte Ausnutzung der resultierenden Zeitreihen kann unter Zuhilfenahme

von Flächen bekannter Landnutzung (als sog. Trainingsfelder) auf Flächen unbekannter Nutzung geschlossen und dementsprechend die Landnutzung klassifiziert werden.

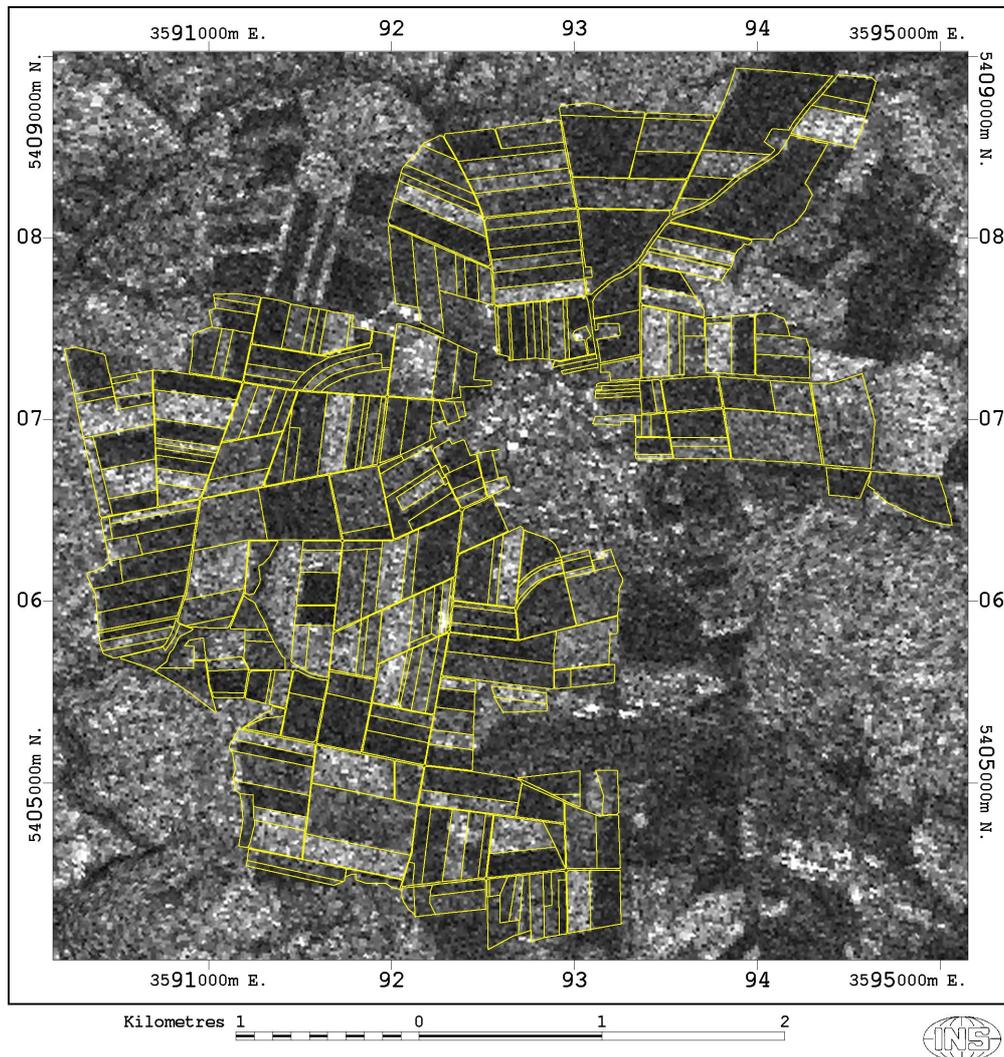


Abb. 5: Ausschnitt einer ERS-2 SAR Szene vom 23.6.98 Testgebiet Elchingen mit überlagerter Vektorstruktur der 98er Landnutzung

Literatur:

- Stadler R (1995): Operationalisierungs- und Akzeptanzprobleme der Fernerkundung in der Agrarstatistik; in: Baden-Württemberg in Wort und Zahl, Heft 5, Stuttgart 1995
- Güth S, Klaedtke H-G, Tschiang C T (1995): Flächenbestimmung von Kulturpflanzenbeständen aus Landsat 5 TM Daten in: Hartl Ph, Stadler R (1995): Einsatz von Satellitendaten zur Bestimmung der Bodennutzung und Ertragsermittlung in Baden-Württemberg, Abschlußbericht, Stuttgart 1995
- Reich M, Güth S (1998): Improvement of agricultural land use information from multitemporal ERS-SAR data for test site "Ostalb" / Germany; Proceedings of 2nd International Workshop on Retrieval of Bio- and Geophysical Parameters from SAR Data for Land Applications 21-23.10.98 ESTEC, Noordwijk, Netherlands; SP-441; pp.141-149.