

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie  
**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel  
**Band:** 46 (2005)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Kartierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Kanton Aargau auf der Basis von Satellitendaten  
**Autor:** Lähns, Miriam  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088372>

### **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:** 18.04.2026

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

# Kartierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Kanton Aargau auf der Basis von Satellitendaten

Miriam Lähns

## *Zusammenfassung*

*Die Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau regte eine Diplomarbeit an, in der die Eignung von Satellitendaten für ein jährliches Monitoring der landwirtschaftlichen Nutzflächen untersucht werden sollte. Die monotemporalen Klassifikationen dreier während der Vegetationsperiode 2001 aufgenommenen Satellitenbilder ergaben für die landwirtschaftlichen Kategorien grösstenteils unzureichende Zuweisungsergebnisse. Wie andere Forschungsergebnisse zeigen, lässt sich durch eine Merkmalerweiterung mittels multitemporaler Auswertung die Zuweisungsgenauigkeit verbessern, doch müssen auch diese Ergebnisse für die genaue Differenzierung einer Vielzahl unterschiedlicher landwirtschaftlicher Nutzungsarten als zu ungenau bewertet werden.*

## 1 Einleitung

Im Kanton Aargau besteht im Rahmen des AGIS (Aargauisches Geographisches Informationssystem) eine Vielfalt an regelmässig erfassten räumlichen Datensätzen unterschiedlichster Themen. In den Abteilungen Landwirtschaft sowie Landschaft und Gewässer bestand nun der Bedarf nach funktionalen und räumlichen Informationen zu den landwirtschaftlichen Nutzflächen – als Ergänzung zu den zu wenig differenzierten und in einem zu grossen zeitlichen Abstand erhobenen Datensätzen der Arealstatistik. Im Speziellen waren mit geringem Aufwand generierbare Daten für die jährliche Überprüfung der von den Landwirten für Direktzahlungen angemeldeten Nutzflächen erwünscht.

Eine Möglichkeit, grossräumige aktuelle Informationen über die Landwirtschaftsflächen eines Gebiets zu erlangen, bieten heute operationelle Satellitensysteme. Vorteilhaft gegenüber (herkömmlichen) Luftbildern sind elektrooptische Satellitenscanner, da sie über einen weiten Bereich des elektromagnetischen Spektrums aufnehmen und flächendeckende, digitale Informationen für vielerlei Fragestellungen zur Verfügung stellen. Die Ermittlung von Landnutzungsdaten ist dabei seit Jahrzehnten eine der verbreitetsten Nutzungen von Satellitendaten.

In den letzten Jahrzehnten wurden auf Basis von Satellitendaten weltweit etliche Landnutzungskartierungen – grösstenteils mit digitalen Klassifikationsverfahren – durchgeführt. Generell lassen sich bestehende Ergebnisse jedoch nicht ohne weiteres auf andere Gebiete übertragen, da unterschiedliche Bedingungen, wie z. B. die Grösse der Nutzungsparzelle oder der Reihenabstand der Anbaufrüchte, einen Einfluss auf die Reflexionseigenschaften und damit auf das Klassifikationsergebnis haben. Aus diesem Grund können vorliegende Theorien und Methoden zwar herangezogen, das betreffende Untersuchungsgebiet muss aber spezifisch ausgewertet werden.

Für diese Arbeit standen drei Satellitenaufnahmen unterschiedlicher Aufnahmesysteme (SPOT 4, Landsat 7 und ASTER) aus der Vegetationsperiode 2001 zur Verfügung. Aufgrund deren unterschiedlicher spektralen und räumlichen Auflösung und unterschiedlicher Aufnahmedaten war ein Vergleich der Daten nur bedingt möglich. Das Ziel der Diplomarbeit (*Lähns* 2004) war deshalb eine generelle Abschätzung der Eignung dieser Satellitenaufnahmen für eine Kartierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Kanton Aargau. Als digitales Endprodukt der Arbeit wurden aus den Satellitendaten gewonnene Vektor-Datensätze der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Kanton Aargau erstellt.

## 2 Methoden

Zur Verarbeitung und Auswertung der Satellitendaten wurden Fernerkundungs- und GIS-Methoden verwendet. Die Daten wurden in einem ersten Schritt entzerrt und in ein gemeinsames Referenzsystem (CH-1903) gebracht. Da es sich beim Kanton Aargau um ein stark reliefiertes Gebiet handelt, wurde ausserdem eine Strahlungskorrektur für nötig befunden, um die durch die Topographie bedingten Beleuchtungsunterschiede in den Grauwerten der Multispektralkanäle zu berichtigen.

Für die Klassifikation der Daten wurde das Maximum-Likelihood (ML-)Verfahren ausgewählt. Die vom ML-Klassifikator benötigten Trainingsgebiete, die in diesem Fall durch die verschiedenen landwirtschaftlichen Kategorien repräsentiert werden, wurden in Erhebungsgebieten bei Herznach (Abb. 1) und bei Würenlingen erfasst.

Da die Satellitenbilder im Jahr 2001 aufgenommen wurden und im schweizerischen Ackerbau mehrheitlich Fruchtfolge mit jährlichem Wechsel der Ackerfrüchte betrieben wird, mussten diese von den Landwirten erfragt werden. Die mehrjährigen Kulturen konnten visuell im Gelände erhoben werden.

Die nicht-landwirtschaftlichen Flächen wurden für eine effizientere Klassifikation der landwirtschaftlichen Nutzungsarten vorgängig ausmaskiert. Die Auswertung und Interpretation der Klassifikationsergebnisse erfolgte anhand der Genauigkeitsangaben von Referenzflächen und der Signaturkurven der Klassifikationskategorien.



Abb. 1 Blick auf das Erhebungsgebiet Chornberg bei Herznach.

*Photo: Miriam Lähns*

### 3 Klassifikationsergebnisse

Damit die empfohlene Mindestmenge an Trainingspixeln (10n bis 100n Trainingspixel, n = Anzahl Kanäle) (Richards 1999, 187) und eine ebenso grosse Anzahl an Referenzpixeln für die Überprüfung der Klassifikationsgenauigkeit eingehalten wurde, mussten einige der im Feld erfassten Nutzungsarten von der Klassifikation ausgenommen werden. Die landwirtschaftlichen Kategorien Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Kunstwiese, Naturwiese, Obstbau, Rebbau, Gehölze sowie die Kategorie Siedlungsvegetation konnten schliesslich für die Auswertung verwendet werden.

Für die Auswertung der Klassifikationsrichtigkeit wurden die Gesamtgenauigkeitswerte und die kategorienspezifischen Zuweisungsresultate aus den Konfusionstabellen der Referenzflächen verwendet. Dabei wurden die prozentualen Genauigkeitsangaben nach dem Schema  $> 90\%$  = brauchbar,  $80\text{--}90\%$  = unter Vorbehalten brauchbar und  $< 80\%$  = unbrauchbar eingestuft.

Die Klassifikationen mit den jeweils verfügbaren Kanälen im sichtbaren und infraroten Wellenlängenbereich ergaben für die 12 klassifizierten Kategorien Gesamtklassifikationsgüten von 64.6 % für die Landsat-Aufnahme vom 12. Juni 2001, 52.0 % für die SPOT-Aufnahme vom 26. Juni 2001 und 54.3 % für die ASTER-Aufnahme vom 23. Juli 2001.

Bei den kategorienspezifischen Genauigkeitsangaben erzielten zum Zeitpunkt vom 12. Juni 2001 der Winterweizen mit 93.8 % und der Winterraps mit 93.5 % richtig klassifizierten Pixeln die besten Zuweisungsresultate (Abb. 2). Eine hohe Klassifikationsgenauigkeit erreichten ausserdem der Mais (81.5 %) und die Wintergerste (80.0 %).

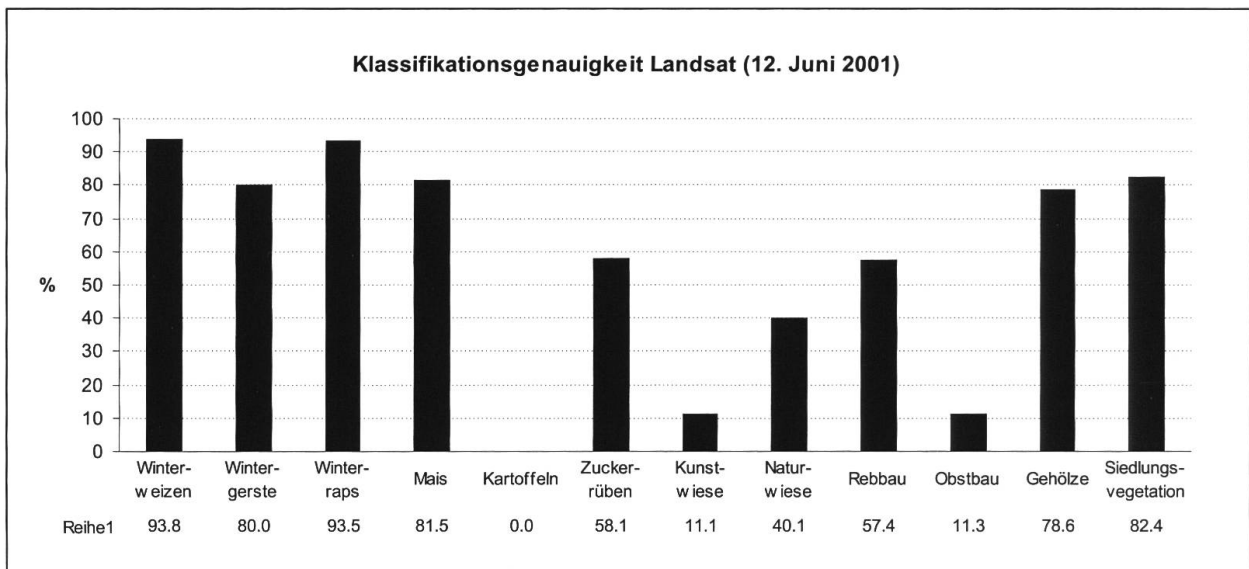


Abb. 2 Klassifikationsgenauigkeit der zwölf Kategorien zum Aufnahmezeitpunkt 12. Juni 2001.

Bei den zwei Wochen später aufgenommenen SPOT-Daten waren keine Werte im mittleren Infrarot verfügbar. Hier konnte nur die Wintergerste (96.6 %) gut von den anderen Nutzungsarten unterschieden werden. Die Zuckerrüben erreichten eine Genauigkeit von 73 % richtig zugeteilten Pixeln, während die Zuweisungsgüten der anderen Vegetationsarten allesamt unter 60 % lagen.

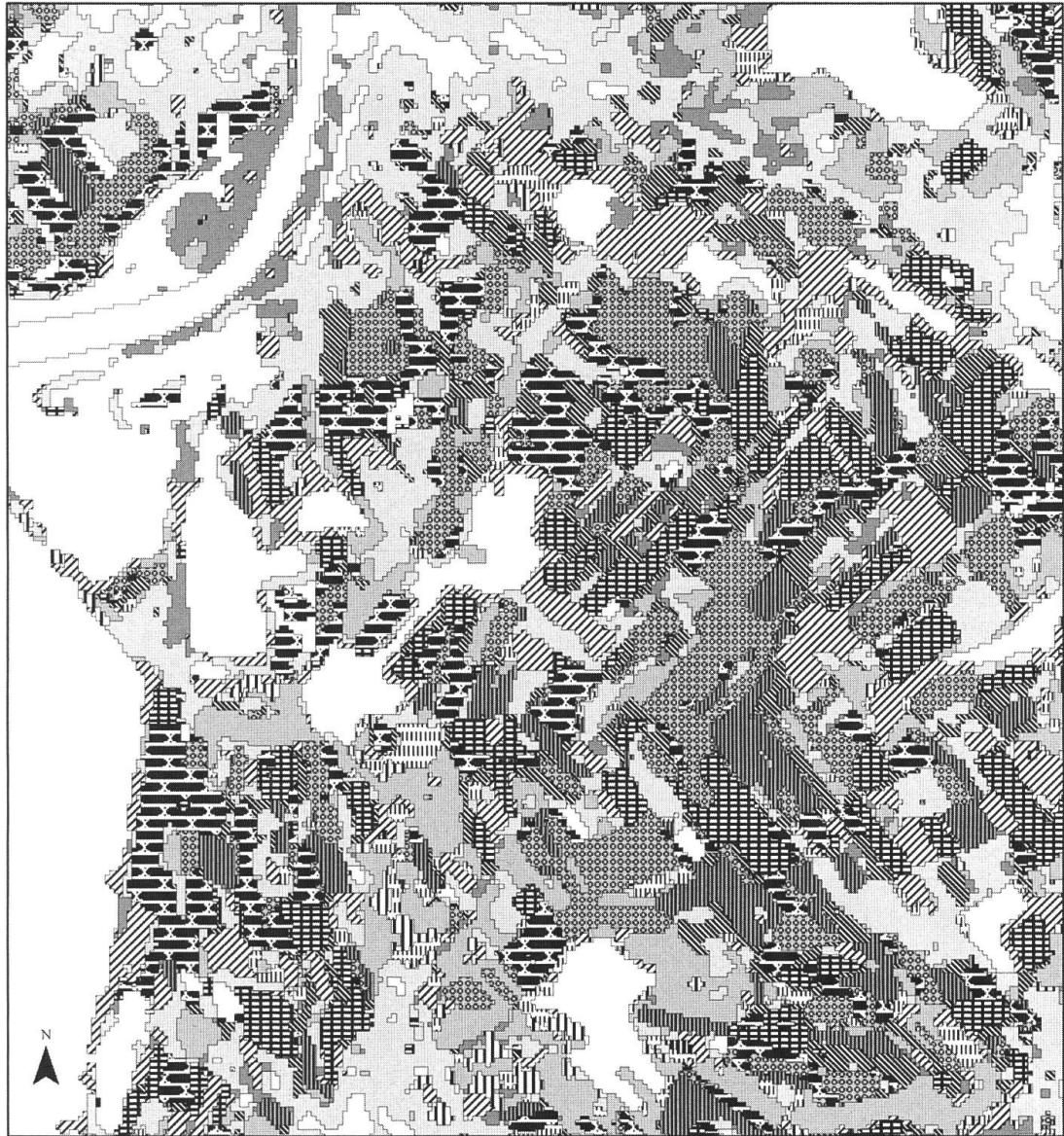
Bei der ASTER-Aufnahme vom 23. Juli lieferte nur der Winterweizen, welcher zu diesem Zeitpunkt kurz vor der Ernte stand, eine ausreichende Klassifikationsgenauigkeit von 92.6 %. Auch zu diesem Zeitpunkt liessen sich die Zuckerrüben mit einer Zuweisungsgüte von 78 % vergleichsweise gut von den anderen Kategorien trennen (Abb. 3).

Die Werte aus den Konfusionstabellen zeigen auf, dass gegenseitige Fehlzuweisungen nicht nur zwischen pflanzenphysiologisch ähnlichen Nutzungsarten auftraten. So wurden bei der Aufnahme vom 12. Juni 27.3 % der Zuckerrüben-Pixel als Mais klassifiziert und eine ebenso grosse Anzahl der Wintergerste zugewiesen. Zum Zeitpunkt des 23. Juli hingegen liessen sich die Kategorien Mais, Obstbau und Gehölze schwer voneinander trennen. So wurden 46.2 % der Obstbauflächen und 36.2 % des Gehölzes dem Mais zugeteilt. Solche Zuweisungsprobleme lassen sich zum einen auf ein zu ähnliches spektrales Verhalten der Nutzungsarten zurückführen (Abb. 4): Nach *Hildebrandt* (1996, 44) weisen gewisse Pflanzengesellschaften durch die gesamten Vegetationsperioden hinweg ein sehr spezifisches spektrales Verhalten auf, während sich andere Pflanzenarten nur während einer bestimmten Zeitspanne von anderen Arten unterscheiden lassen. Zum anderen wirkt sich aus, dass die landwirtschaftlichen Nutzungsarten auch innerhalb ihrer Kategorie ein zu wenig homogenes Reflexionsverhalten aufweisen, weil sich Faktoren wie ein unterschiedlicher Reihenabstand der Pflanzen, die Bodenart oder unterschiedliche Vegetationsstadien auswirken (*Schowengerdt* 1997, 399; *Hostfert* 1997, 246).

Die Landwirtschaftsflächen insgesamt liessen sich hingegen sehr gut von den übrigen Flächen (Siedlung, Wasser, Wald) unterscheiden. Bei allen drei Aufnahmen wurden die landwirtschaftlich genutzten Flächen zu über 90 % richtig klassifiziert. Falschzuweisungen fanden am ehesten mit dem Wald statt. Diese wurden insbesondere bei der Kategorie Obstbau verbucht, deren spektrales Verhalten während des gesamten Vegetationszeitraumes dem des Waldes sehr ähnlich ist. Ebenso wurde die Kategorie Mais am Aufnahmezeitpunkt des 23. Juli, also im hohen Reifestadium, stellenweise als Wald klassifiziert.

# Klassifikation der ASTER-Aufnahme vom 23. Juli 2001

Ausschnitt Erhebungsgebiet Ruchfeld



0 250 500 1'000  
Meter

## Legende

	Winterweizen		Kunstwiese		Obstbau
	Winterraps		Naturwiese		Rebbau
	Wintergerste		Zuckerrüben		Gehölze
	Mais		Kartoffeln		Siedlungsvegetation

Abb. 3 Der Kartenausschnitt des Erhebungsgebiets Ruchfeld zwischen Döttingen und Würenlingen zeigt die klassifizierte landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Zeitpunkt des 23. Juli 2001. Ausmaskiert wurden die nicht-landwirtschaftlichen Flächen (weiss).

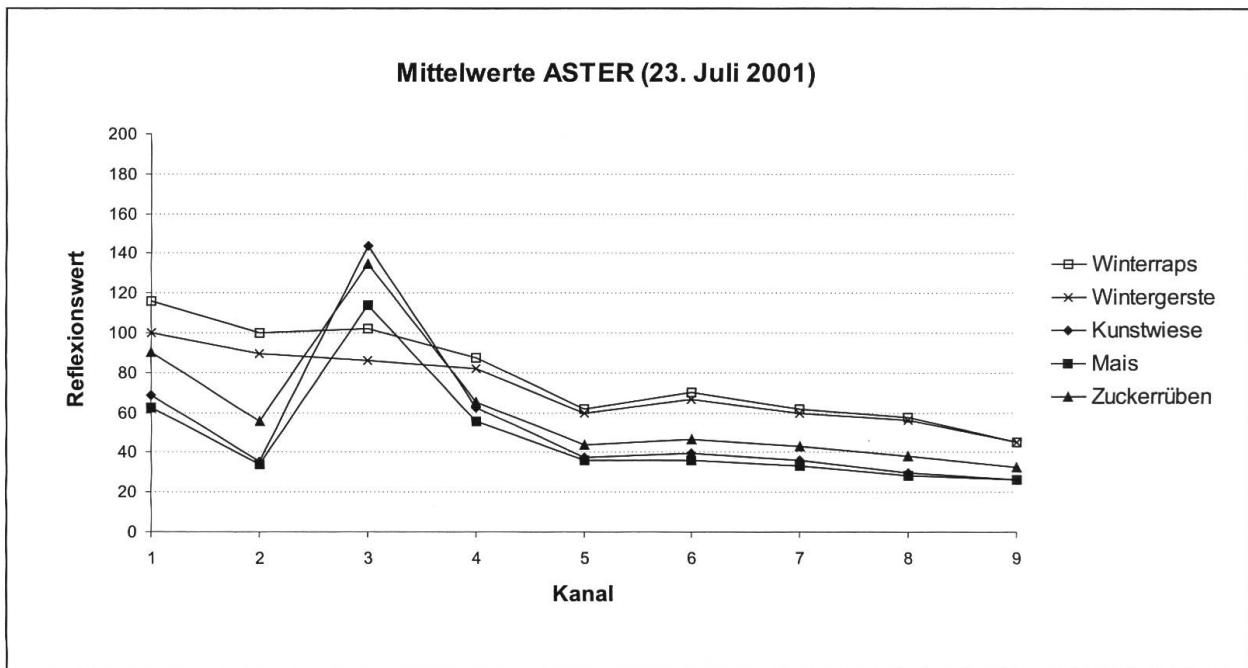


Abb. 4 Mittelwert-Signaturen einiger Kategorien zum Aufnahmezeitpunkt des 23. Juli 2001 mit den Reflexionswerten im sichtbaren Bereich (Kanal 1 und 2), im nahen Infrarot (Kanal 3) sowie im mittleren Infrarot (Kanäle 4 bis 9). Die Nutzungsarten Wintergerste und Winterraps sind zu diesem Zeitpunkt bereits geerntet oder nahe dem Erntezeitpunkt und weisen keinen für vitale Vegetation charakteristischen Reflexionsanstieg im nahen Infrarot auf.

## 4 Diskussion

Die in dieser Arbeit durchgeführten Klassifikationen konnten nach dem Bewertungsschema keine ausreichende Zuweisungsgenauigkeit der landwirtschaftlichen Kategorien erzielen. Auch verschiedene Klassifikationsdurchläufe mit der Hinzunahme ausgewählter Vegetationsindizes und Nachbearbeitungsschritte konnten nicht oder nur unwesentlich zu einer Genauigkeitsverbesserungen verhelfen. Die vorliegenden Klassifikationsergebnisse liegen somit im Bereich anderer Untersuchungen mit dem Ziel einer möglichst genauen Trennung von landwirtschaftlichen Nutzungsarten.

Die Anwendung anderer Bildbearbeitungsverfahren stellt eine Möglichkeit dar, die Klassifikationsgenauigkeit zu erhöhen. Nach *Buchroithner* (1989, 145) ist der Klassifikationserfolg jedoch weniger vom Rechenverfahren abhängig als von der Güte der Daten bzw. deren Merkmals-eigenschaften. Wie auch die Signaturanalysen dieser Arbeit aufzeigen, sind diese oft nur be-schränkt dazu geeignet, die Trennung zwischen allen interessierenden Landnutzungsformen zu ermöglichen.

Eine bereits vielfach angewendete Methode, die Klassifikationsresultate von zeitvariablen Vegetationsarten zu verbessern, ist die gemeinsame Klassifikation von Satellitendaten unterschiedlicher Aufnahmezeitpunkte. Multitemporale Klassifikationen können – wie viele Unters-uchungen belegen – durch die Erweiterung der Merkmals-eigenschaften ausschlaggebende Genau-igkeitssteigerungen erreichen. *Donner et al.* (2002, 189) empfehlen zur Differenzierung von land-wirtschaftlichen Kulturen die Verwendung von mindestens zwei Szenen unterschiedlicher Auf-nahmezeitpunkte. Untersuchungen in einem Gebiet bei Neuenburg zeigten auf, dass sich bei einer multitemporalen Klassifikation, die sich auf mehrere Aufnahmen zwischen April und September

stützte, für die landwirtschaftlichen Nutzungsarten eine Gesamtgenauigkeit von ca. 75 % erzielt werden konnte. Das multitemporale Klassifikationsergebnis war somit um bis zu 10 % höher als die monotemporalen (Leiss 1998, 128).

Eine weitere Einschränkung ergibt sich neben den spektralen Eigenschaften der Daten durch die räumliche Auflösung. Der Kanton Aargau zeichnet sich, wie auch die übrigen Kantone der Schweiz, durch kleine landwirtschaftliche Nutzflächen aus. Je geringer die Auflösung oder aber die Grösse der Flächen ist, desto kleiner fällt der Anteil der für eine Nutzungsart charakteristischen Pixel aus und desto grösser wird der Anteil an schlecht zuweisbaren Mischpixeln. Hermann & Kuhn (1995, 69) veranschlagen für die Klassifikation von Ackerflächen bei einer räumlichen Auflösung von 30 x 30 m eine Mindestfeldgrösse von 2 ha. Sind die Flächen mindestens 1 ha gross, so wird mit einem Zuweisungsfehler von 25 % gerechnet. Die durchschnittliche Grösse der im Jahr 2001 im Kanton Aargau erfassten Feldern liegt zwischen 34 a (Rebbau) und 110 a (Zuckerrüben) (Kanton Aargau 2001). Der grösste Teil aller Nutzflächen ist also kleiner als ein Hektar. Die oben veranschlagten Bedingungen zur räumlichen Auflösung werden sowohl bei den Landsat- (30 x 30 m) als auch bei den SPOT-Daten (20 x 20 m) deutlich nicht erreicht. Allenfalls die ASTER-Aufnahme weist in den ersten drei Kanälen eine für die meisten Felder genügend grosse räumliche Auflösung (15 x 15 m) auf.

## 5 Fazit

Mit den monotemporalen Auswertungen der an drei verschiedenen Aufnahmedaten erstellten Satellitendaten konnten nur einzelne landwirtschaftliche Nutzungsarten mit einer hohen Zuweisungsgüte klassifiziert werden. Die unzureichende Klassifikationsgenauigkeit der übrigen Kategorien ist hauptsächlich auf deren zu ähnliches Reflexionsverhalten zurückzuführen.

Eine Optimierung der Zuweisungsqualität kann folglich durch eine Erweiterung der Merkmalseigenschaften dieser zeitvariablen Kategorien erreicht werden. Untersuchungen zeigten jedoch auf, dass auch multitemporale Verfahren die Klassifikation einer Vielzahl an landwirtschaftlichen Arten nicht befriedigend lösen konnten.

Des Weiteren wird auch die räumliche Auflösung der untersuchten Daten als zu gering für die Kartierung der grösstenteils sehr kleinflächigen aargauischen Bewirtschaftungsflächen beurteilt. Der Verwendung höher auflösender Daten wird ein positiver Effekt sowohl in Bezug auf die Klassifikationsrichtigkeit wie auch auf die genaue Abgrenzung der Flächen zugeschrieben.

## Literatur

- Buchroithner M.F. 1989. Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Digitale Methoden, Reliefkartierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. In: Arnberger E. (Hrsg.): *Die Kartographie und ihre Randgebiete* 2/4. Wien, 1–523.
- Donner R., Schmidt S. & Walter D. 2002. Ableitung von Nutzungsparametern landwirtschaftlicher Flächen aus multitemporalen ETM-Daten. In: Blaschke T. (Hrsg.): *Fernerkundung und GIS. Neue Sensoren – Innovative Methoden*. Heidelberg, 189–198.
- Hermann S. & Kuhn W. 1995. Flächenscharfe Erfassung von Fruchtfolgen aus Satellitenbildern. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 36: 69–74.
- Hildebrandt G. 1996. *Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie*. Heidelberg, 1–676.
- Hostfert P. 1997. Einsatz eines Raster-GIS zur optimierten Verarbeitung von Satellitendaten. *Trierer Geographische Studien* 16: 241–254.
- Kanton Aargau 2001. *Koordinierte landwirtschaftliche Betriebsdatenerhebung. Durchschnittliche Grösse der Nutzflächen im Kanton Aargau*. Aarau (unveröffentlicht).
- Lähns M. 2004. *Kartierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Kanton Aargau auf der Basis monotonemporaler Satellitendaten*. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Basel, 1–98.
- Leiss I.A. 1998. *Landnutzungskartierung mit Hilfe multitemporaler Erdbeobachtungs-Satellitendaten*. Dissertation am Geographischen Institut Zürich, 1–148.
- Richards J.A. 1999. *Remote sensing digital image analysis*. Berlin, 1–363.