

SATELLITENBILDINTERPRETATION UND ÖKOLOGISCHE LANDSCHAFTSFORSCHUNG – EIN KONZEPTIVER ANSATZ UND DIE FALLSTUDIE PELOPONNES

Mit 9 Abbildungen und 1 Beilage (II)

MARTIN SEGER und PETER MANDL

Summary: Satellite image interpretation and ecological landscape analysis – A conceptual approach and the case study of the Peloponnesus

The main topic of this contribution is an analysis of the visual interpretation process of remotely-sensed images for geoeological purposes. Several image interpretation steps, relations, and decisions are discussed, as well as background theories related to regional land cover/land use classes. As a case study and as an application of these methods a coloured Ecological Land Classification Map of Argolis and Arcadia (Peloponnesus, Greece) in the scale 1:100 000 was produced.

In detail the relations between photo-pattern-areas and land use-/land cover-classes are pointed out. The interpretation key shows the rules for the matching process of these two feature categories. Bases for the set of land use-/land cover-classes are a regional model of the natural/semi-natural vegetation classes and a model of the agricultural land use in the study area. Due to perceptual and cartographic constraints, small land use patterns are aggregated to mixed land use classes or land use class mixtures. The results of visual-manual classification of multi-temporal satellite images are new regional information, which can be extended to the delineation of cultural-landscape regions. The use of remote sensing data, together with collateral data, is adequate and recommendable for such regional spatial-analytical purposes.

1 Vorbemerkungen und Zielsetzung

Seit mehr als zwei Jahrzehnten stehen der Geographie und den an erdräumlichen Verbreitungsphänomenen interessierten Wissenschaften Satellitendaten als Datenquelle zur Verfügung. Meist liegen die Informationen zunächst nur in maschinenlesbarer d. h. digitaler Form vor. Sie können entweder mit Hilfe digitaler Bildverarbeitungsmethoden (Bildanalyse und Klassifikation) direkt und computerunterstützt ausgewertet oder mit Hilfe digitaler Bildverbesserung und hochwertiger Computerausgabetechnologie als Satellitenbilder einer konventionellen Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Die Inwertsetzung dieser letztgenannten analogen Bilddaten erfolgt dann mit der in der Geographie traditionsreichen Methode der visuell-manuellen

Bildinterpretation. Diese als Arbeitstechnik und anhand eines Fallbeispiels zu beschreiben, ist das Ziel des vorliegenden Beitrages.

In Lehrbüchern zum Arbeitsfeld Fernerkundung wird das technologische Wissen über die Aufnahmesensorik, die Methodik der bildhaften Datenverarbeitung sowie die spezifische Nutzung von Weltraumdaten eingehend behandelt. Als Beispiele aus der jüngeren deutschsprachigen Literatur seien LÖFFLER (1985), GIERLOFF-EMDEN (1989), BUCHROITHNER (1989) und ALBERTZ (1991) genannt. Die vorliegende Studie soll, wie erwähnt, besonders zwei Aufgaben erfüllen:

Zum einen wird die visuell-manuelle Interpretation bildhafter Satelliten-Fernerkundungsdaten analysiert. Diese Technik wird als mehrstufiger Prozeß dargestellt, der von abstrakten Kategorien der empirischen Raumanalyse ausgeht und bis zur Umsetzung in eine Landoberflächen-/Landnutzungskarte fortschreitet. Der Kernbereich der Interpretation ist die Zuordnung von Photo-Muster-Arealen in den Satellitenbildern zu Landoberflächen- und Landnutzungsklassen. Die Bildanalyse ist in dem Sinne theoriebezogen, als diesen Oberflächenklassen Modelle der regionalen natürlichen Oberflächenbedeckung und der anthropogenen Nutzung zugrundeliegen. Kriterien der kartographischen Umsetzung bestimmen daneben den Generalisierungsgrad der Darstellung und die Bildung von Mischklassen, die als Kombination kleinräumiger Oberflächenklassen definiert werden.

Die zweite Aufgabe dieser Studie ist es, die Verwendbarkeit von Satellitenbildern für die regionale Landschaftsforschung aufzuzeigen. Die beiliegende, farbige Landoberflächen-/Landnutzungskarte (Beilage II) stellt einen Beitrag zur Landeskunde des östlichen und zentralen Peloponnes dar, der über andere Methoden als die der Nutzung von Fernerkundungsdaten nicht hätte zustandekommen können. Hier, d. h. im mittleren Maßstabbereich und hinsichtlich der aktuellen Landnutzung und des landeskulturellen Zustandes eines Raumes, liegt eine der wesentlichen Nutzenanwendungen der Weltraumdaten.

Wie u. a. das EG-Großprojekt CORINE (Coordinated Information on the European Environment)

zeigt, werden realraumbezogene Landnutzungs- und -veränderungsinformationen aus Satellitenbildern heute mehr denn je nachgefragt. Sie ergänzen statistische und nach administrativen Einheiten vorliegende Daten sowohl inhaltlich als auch durch die so wesentliche Information der räumlichen Anordnung von Nutzungsklassen. Tradierte Aufgaben der Geographie wie jene der Erfassung und Erklärung von Nutzungsmustern gewinnen als regionsbezogene Information wieder an Bedeutung. Die zugehörige Methodik der Bildinterpretation wird daher in diesem Beitrag auf Satellitenbilder ausgeweitet und in einen theoriebezogenen Rahmen gestellt¹⁾. Daneben sei festgehalten, daß die hier angeschnittenen Grundfragen der (Landoberflächen-)Klassenbildung und der Verknüpfung von Fernerkundungsdaten mit anderen räumlich vorliegenden Informationen heute sehr starke Impulse aus dem Bereich Geographischer Informationssysteme erhalten.

2 Der Prozeß der Bildinterpretation

Den folgenden Ausführungen ist die Aufschlüsselung des Interpretationsprozesses von Luft- und Satellitenbildern in ein Set von Eingangsinformationen, eine Reihe von Arbeitsschritten, in Prozeßelemente und Beziehungen zwischen diesen zugrundegelegt. In Abb. 1 wird die sukzessive Einbeziehung unterschiedlicher Informations- und Datenkategorien in den Entscheidungsprozeß der Bildinterpretation schematisch veranschaulicht. Diese Informationen beschreiben nicht nur das konkrete Untersuchungsgebiet näher, sondern beinhalten ganz wesentlich auch jenes Hintergrundwissen (Theorien und Modelle der Landoberflächensysteme sowie Methoden der Bildinterpretation), welches in die Satellitenbildanalyse mit einfließt (a priori Kategorien empirischer Raumanalyse). Im Ablaufschema (Abb. 1) wird der Prozeß der Bildinterpretation von den unterschiedlichen Eingangsdaten bis zum Endprodukt, einer thematischen Karte, in mehrere Arbeitsschritte unterteilt. Außerdem wird zwischen der Ebene des (unräumlichen) Merkmalsraumes – der Vorstellungswelt von Systemen und Modellen – und der Ebene des Realraumes, der mit Hilfe dieser Systeme und Modelle zu strukturieren ist, ausdrücklich unterschieden.

¹⁾ In einer Nachfolgestudie wurden die als beigelegte Farbkarte analog vorliegenden Ergebnisse gescannt und einer automatischen Satellitendatenklassifikation gegenübergestellt (SEGER, MANDL und MAIR 1991).

Das Kernelement des Interpretationsprozesses ist der Interpretationsschlüssel, in dem die zielorientierten Vorstellungen vom System der Objektklassen, die Prinzipien und Methoden der visuell-manuellen Bildanalyse und die inhaltlichen wie räumlichen Merkmale des (Satelliten-)Bildes miteinander verknüpft werden. Das Verwendungsziel der Bildanalyse bestimmt die Auswahl der Objektklassen. Die Abstimmung zwischen den Objektklassen und ihren bildsichtbaren Merkmalen erfolgt anhand von Testgebieten und gegebenenfalls als Feldarbeit. Mit Hilfe eines derart geeichten Interpretationsschlüssels können die übrigen Bildinhalte den Objektklassen zugeordnet und räumlich verortet werden. Die Erstellung des Interpretationsschlüssels ist somit die wesentliche intellektuell-kreative Tätigkeit der Bildinterpretation.

Zwischen den (in Abb. 1 durch Rechtecke symbolisierten) Daten- bzw. Informationskategorien stehen vier Funktionselemente, in denen die für den Interpretationsprozeß charakteristischen Entscheidungen getroffen werden müssen (durch abgerundete Umrandung gekennzeichnet). Hier sind zunächst die Zielsetzung der Interpretation sowie der Eingangsdaten- und der Ausgabemaßstab (Kartenmaßstab) zu nennen. Diese beiden Sachverhalte wirken als Filter, die die Auswahl relevanter Oberflächenklassen ebenso bestimmen wie die unterscheidbaren und darstellbaren Photo-Muster des Bildes. Oberflächenklassen und Photo-Muster werden über Zuordnungsregeln, die im Interpretationsschlüssel enthalten sind, miteinander verknüpft. Der vierte und letzte Entscheidungsprozeß betrifft die konkrete Ausgrenzung der Landoberflächenklassen-Areale und damit die operationelle Bildinterpretation. In der Folge wird auf die diesen Entscheidungsprozessen zugrundeliegenden Daten- und Informationskategorien näher eingegangen.

2.1 Das A-B-C-Konzept als Basis eines Systems der Landoberflächenklassen

Wir beginnen dabei mit der Erstellung eines den Satellitenbilddaten und der Fragestellung angemessenen Konzeptes zur Gliederung der Landoberfläche in ein Set von Oberflächentypen bzw. Nutzungsklassen. Regionale Besonderheiten ebenso berücksichtigend (vgl. 2.2) wie die Unterscheidbarkeit im Bild, finden sich diese Landoberflächentypen in der Legende der Beilage II wieder (vgl. Abb. 7). Die folgende Diskussion befaßt sich mit dem dieser Gliederung zugrundeliegenden Konzept, weil es sich aufgrund der Besonderheit der Satellitenbildinformation von anderen, etwa geökologischen oder planungsbezogenen

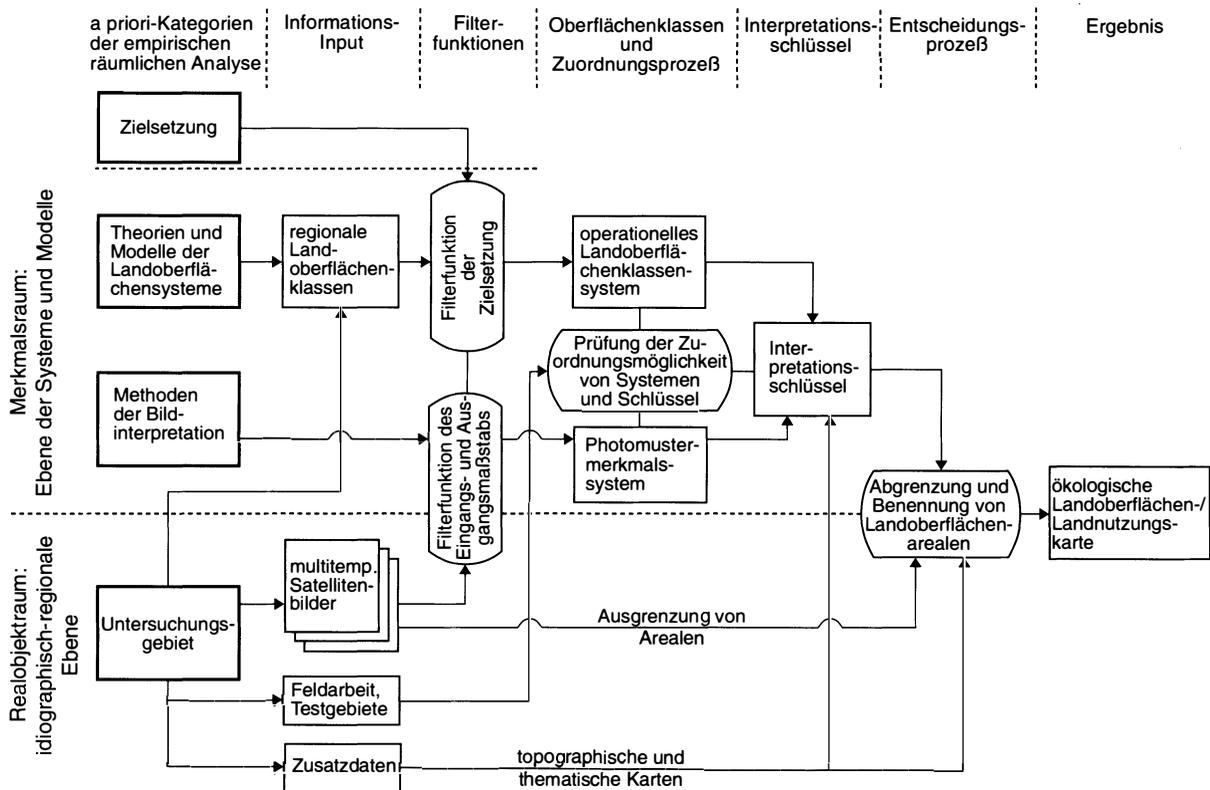


Abb. 1: Struktur der visuell-manuellen Bildanalyse als Abfolge von Elementen, Entscheidungsfunktionen und Beziehungen. Arbeitsschritte der Interpretation im Spannungsfeld zwischen Merkmals- und Realobjektraum

Structure of visual-manual image interpretation as a combination of elements, decision making functions and relationships. Steps of the interpretation process in feature space and real space

Raumtypisierungen unterscheidet. Geoökologische Gliederungen beziehen sich in der Regel auf Merkmale der physischen Geofaktoren und erschließen daraus Aussagen über das Naturraumpotential. Planungsbezogene Typisierungen des Realraumes dagegen beziehen sich meist auf Nutzungstypen und orientieren sich häufig pragmatisch an den Raumkategorien des Raumordnungsrechtes. Beiden Gliederungsansätzen ist eine Reduktion und Strukturierung des komplexen Realraumes gemein, die z. T. bereits in den verwendeten Informationsquellen (z. B. thematische und topographische Karten) vorweggenommen wird. Wie aber ist die Informationsfülle des Satellitenbildes inhaltlich zu strukturieren?

Holistisch und ungeneralisiert, zeigt das Satellitenbild Oberflächentypen, die sich nach Grauwert und Farbton, nach Gestalt und Vergesellschaftung der Grauwerte und Farben unterscheiden. Die meisten Typen repräsentieren unterschiedliche Arten der Vegetationsbedeckung, die wiederum von den gegebenen abiotischen Geofaktoren ebenso abhängig sind, wie vom Ausmaß menschlicher Tätigkeit (Land-

nutzung). In eine geoökologische Aussageebene transformiert, spiegeln die Oberflächenklassen das Beziehungsgefüge zwischen dem abiotischen (A), dem biotischen (B) und dem kulturellen (cultural, C) Komplex wider. Dieser dreistufige Aufbau des Realraumes erinnert an das klassische Konzept des „logischen Systems der Geographie“ (BOBEK 1957). Die Verschränkung von natürlichen und anthropogenen Faktoren ergibt eine weite Skala potentieller Oberflächenklassen. Deren Benennung erfolgt nach dem dominanten Einfluß der Teilkomplexe (A, B, C) auf den realen Oberflächen- bzw. Nutzungstyp. Mit dem „A-B-C-Konzept“ wird die (geo- wie human-)ökologische Natur der Oberflächenklassen aufgezeigt. Die drei Teilkomplexe sind folgendermaßen zu charakterisieren:

A. Durch anorganische Faktoren bestimmte, d. h. weitgehend vegetationsfreie Oberflächenklassen beschränken sich im Untersuchungsgebiet (vgl. Beilage II) auf die Gipfelregionen der zentralen wie der meernahen Gebirgszüge. Felspartien und Felstriften, gegebenenfalls auch Steintriften (7b,

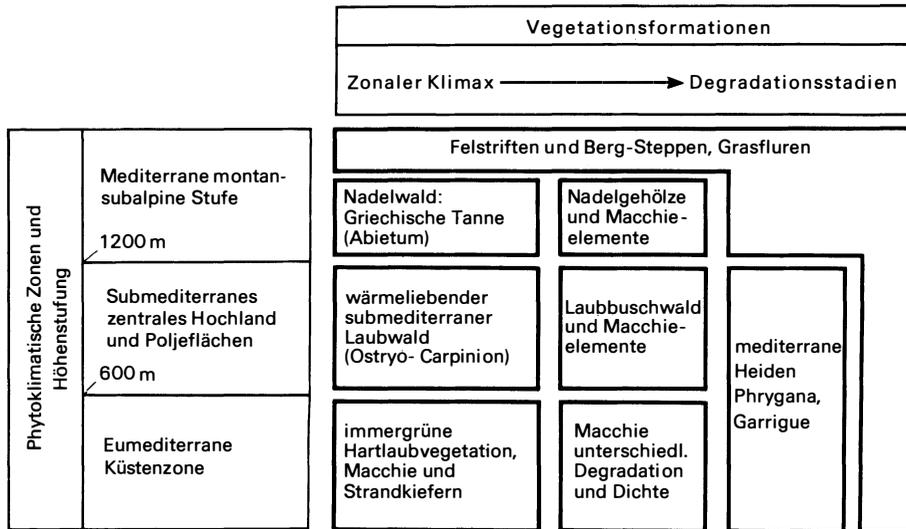


Abb. 2. Vereinfachtes Modell der Vegetationstypen im östlichen und zentralen Peloponnes
Simplified model of vegetation types in the Eastern and Central Peloponnese

7c in der Legende) sind hier zu nennen. Es sind die pessimalen Geofaktoren, durch die das abiotische Element zum bildsichtbar dominanten Oberflächenmerkmal wird. Die indirekte Bedeutung der anorganischen Faktoren für die übrige Landoberflächenklassifikation ist evident.

B. Die biotische Oberflächenbedeckung ist im Satellitenbild zunächst nach Vegetationsformen (Wald, Grünland, Weide) zu klassifizieren. Für

eine vertiefte Analyse bieten Vegetationskunde und Pflanzensoziologie detaillierte regionale Systeme der Vegetation an. Diese sind für die Bildinterpretation nur dann nutzbar, wenn sie mit bildsichtbaren Merkmalen korrespondieren. Zwischen der natürlichen Oberflächenbedeckung und der anthropogenen Nutzung besteht ein weiter Übergangsbereich. Die Klassen der natürlichen bzw. degradierten Gehölze (Hartlaub- und

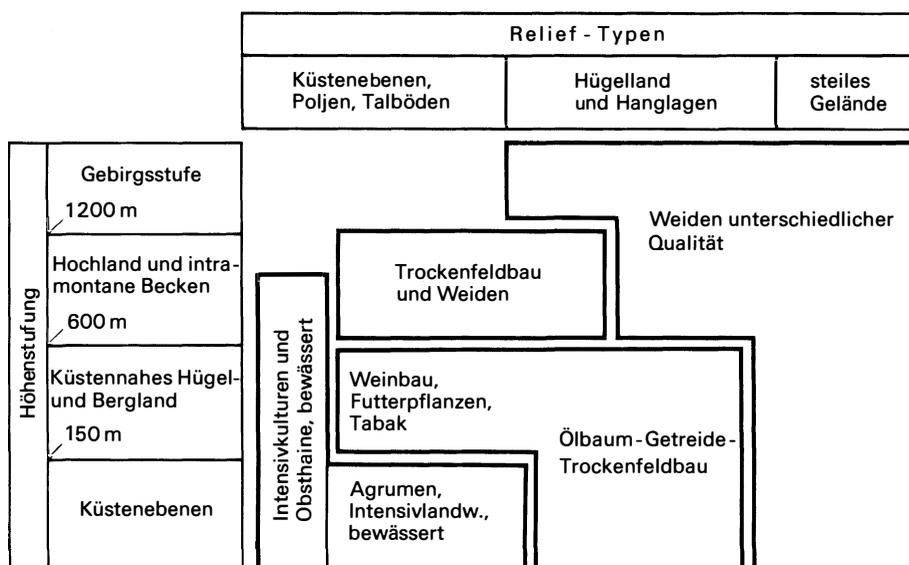


Abb. 3. Vereinfachtes Modell der agrarischen Landnutzung im östlichen und zentralen Peloponnes
Simplified model of the agricultural land use system in the Eastern and Central Peloponnese

laubwerfende Gehölze), der Weiden und Triften (vgl. Beilage II, Typen 4–7 mit Kombinationen und Variationen) sind hier zu nennen.

- C. Kulturell-anthropogen bestimmte Nutzungsklassen sind aus dem Bereich der Raumordnung (z. B. als Kategorien der Flächenwidmung) und der Agrarstatistik (als Bodennutzungsklassen) bekannt und nutzbar, sofern sie auch über bildsichtbare Merkmale erfassbar sind. Vordergründig bietet sich eine Einteilung in überbaute Flächen (wie Baulandklassen oder Verkehrsflächen) und Flächen der agrarischen Landnutzung an. Bei letzterer sind der Wandel von intensiven zu extensiven Nutzungsklassen, der häufig mit ökologischen Gunst- bzw. Ungunstlagen in Verbindung steht, der Gegensatz von Acker- und Grünlandsystemen und, vielfach gekoppelt mit der Höhenstufung (extensive Weidewirtschaft), die Verschränkung mit natürlichen Vegetationsklassen zu berücksichtigen (Typen 1–3, 7a und 8 sowie „sonstige Oberflächenklassen“ der Beilage II).

Aus einer pragmatischen Sichtweise heraus – Oberflächenklassen nach ihrem dominant-typischen Erscheinungsbild zu benennen – wird, wie erwähnt, entweder der abiotische, der biotische oder der kulturelle Charakter als Dominant zur Bezeichnung einer Landoberflächenklasse herangezogen. Aufgrund des vertikalen ökologischen Beziehungsgefüges hat der dominante Teilkomplex aber auch Indikatorfunktion für die beiden anderen und Elemente aller drei Teilkomplexe sind in nahezu jeder Oberflächenklasse vorhanden.

2.2 Regionale Landoberflächenklassen-Systeme

Das System der Landoberflächen-/Landnutzungsklassen erschließt sich nicht nur (induktiv) aus den bildsichtbaren Merkmalen. Es ist zugleich als potentielles Konstrukt in Modellen der Vegetationsgliederung und der Landnutzung enthalten. Für den regionalen Bereich des östlichen und zentralen Peloponnes zeigt ein Modell der natürlichen bzw. naturnahen Vegetationseinheiten (Abb. 2) und ein Schema der agrarischen Landnutzung (Abb. 3) die zu erwartende Gliederung auf.

Die Gliederung der natürlichen und naturnahen Vegetation des Peloponnes wird bei HORVAT, GLAVAC und ELLENBERG (1974) ausführlich dargelegt. Ein daraus abgeleitetes vereinfachtes Modell der Vegetationseinheiten (Abb. 2) zeigt neben der Höhenstufung den Übergang von Klimax- zu Degradationsstadien und benennt die zugehörigen Vegetations-

typen. Hartlaubvegetation, auch in der Form unterschiedlicher Macchien, kennzeichnet den küstennahen Bereich, Laubwälder das Innere der Halbinsel. Die Montanstufe des Binnenlandes trägt Tannenwälder, darüber sowie als Degradationsstadien auch im Küstenraum liegen Felssteppen vor.

Das Schema der agrarischen Landnutzung wurde aus den Erfahrungen vor Ort ermittelt. Das Landnutzungsmodell (Abb. 3) bezieht sich auf die Höhenstufung und auf die Reliefabhängigkeit des Anbaues. Die intensivsten Nutzungsformen sind der Bewässerungsfeldbau und die Agrumenkulturen der Küstenebenen, gefolgt von Mischkulturen und Obsthainen. Außerhalb des Bewässerungsgebietes dominiert bis in mittlere Höhen der traditionelle Getreide-Trockenfeldbau und die Olivenkultur. Sie werden lokal durch Tabak, Wein und Futterpflanzen ergänzt. Im zentralen Hochland und ab etwa 600 m Seehöhe dominiert der Getreide-Trockenfeldbau, in (frühlingsfeuchten) Poljeniederungen das Weideland. Karge Gebirgsweiden und eine extensive Nutzung kennzeichnen das Berggebiet.

2.3 Die Informationen des Satellitenbildes

Den großen Abmessungen des Untersuchungsgebietes entsprechend wurden Multi-Spektral-Scanner (MSS) Daten der Satellitensysteme Landsat 2 und 3 verwendet. Die Pixelgröße beträgt 60 m × 80 m, die erfaßte Fläche beträgt 3500 km². Als Interpretationsgrundlage wurden Papierbildvergrößerungen im Maßstab 1:100 000 verwendet. Die MSS-Kanäle 4,5 (sichtbares Licht) und 7 (Nahes Infrarot) wurden den Farben Blau, Grün und Rot zugeordnet. Damit liegt eine Falschfarben-Rotversion des Satellitenbildes vor, in dem die unterschiedlichen Deckungs- und Zustandsgrade der Vegetation in verschiedenen Rottönen erscheinen. Offener Boden und Gestein werden in hellen Farbtönen, feuchte Flächen und Schatten dunkel abgebildet.

Die räumliche Auflösung des Rasterbildes (Pixelgröße) und die spektrale Auflösung (Kanalkombination) war ebenso wie die geometrische Korrektur der Daten als hinreichend für die regionale Analyse anzusehen. Problematisch dagegen ist der Aufnahmezeitpunkt, weil er eine Momentaufnahme im phänologischen Ablauf während der Vegetationsperiode darstellt. So können etwa in einem Sommerbild Weideflächen und abgeerntete Getreidefelder nicht voneinander getrennt werden. In einem Frühjahrsbild wieder erscheinen sowohl das Wintergetreide als auch der wiederbelaubte Laubwald in kräftigen Rottönen. Es war daher notwendig, einen multitemporalen

Rotreihe	Gelbreihe	Unbuntreihe
<i>dunkelrot:</i> Nadelwald, Tannen, Kiefern	<i>dunkelgelb:</i> Getreide oder Weide- flächen (im Hochland)	<i>dunkelgrau, mit Rot-, Blau-, Gelbstich:</i> beschattetes Gelände
<i>scharlachrot:</i> Eichen, Kastanien, Pappeln		
<i>mittelrot:</i> Hartlaubgewächse: Agrumenkulturen, dichte Macchie	<i>kräftig gelb:</i> Ölbaumkulturen	<i>mittelgrau:</i> dunkler Fels
<i>hellrot mit bläulichem Farbstich:</i> Macchie	<i>hellgelb:</i> Getreide-Ölbaum - Mischkulturen	<i>hellgrau:</i> Fels und lockere Vegetation
<i>hellstes Rot:</i> lockere Macchie	<i>weißlich gelb:</i> Fels, Felstriften (Grasfluren etc.)	<i>weißlich grau mit Blaustich:</i> Kalkfels

Abb. 4. Farbsystem des Sommer-Falschfarben-Satellitenbildes (Landsat MSS, 4-5-7 = Blau/Grün/Rot) und zugehörige Oberflächenklassen

Colour system of the summer false-colour satellite image (Landsat MSS, bands 4-5-7 = blue/green/red) and related land surface classes

Datensatz, ein Frühjahrs- (27. 3. 1981) und ein Sommerbild (7. 8. 1978), zur Interpretation heranzuziehen. Der klimatische und damit auch phänologische Gegensatz zwischen dem humiden mediterranen Winter und Frühjahr und der sommerlichen Trockenperiode wurde auf diese Weise für die Interpretation nutzbar gemacht. In Verbindung mit (agrar)phänologischen Merkmalen erlaubte dies die einwandfreie Definition der meisten Landnutzungsklassen. Zum Teil, so etwa bei der Differenzierung der Hartlaubvegetation (Agrumen versus Macchie) oder bei der Trennung von Laubwald und Ackerpflanzen waren für die eindeutige Zuordnung weitere Zusatzinformationen aus topographischen Karten (Relief- und Lagemerkmale) notwendig.

2.4 Grundprinzipien der Bildinterpretation

Die Basisvoraussetzung der visuellen Bildinterpretation ist die Zuordnungsmöglichkeit von Objektklassen des Realraumes zu bildsichtbaren Merkmalen des Satellitenbildes. Ist dies möglich, können die Anordnung und das Muster von Objektklassen im Raum ermittelt und kartographisch festgehalten wer-

den. Die zugehörigen Regeln sind in einer Anweisung, dem Interpretationsschlüssel, festgehalten. Das mehrfarbige Satellitenbild im regionalen Maßstab, Informationsträger und Interpretationsbasis dieser Fallstudie, zeigt ein Gefüge von Photo-Mustern. Diese unterscheiden sich durch Farbwert, Farbintensität und Grauwert voneinander. Größe und Gestalt, Abfolge (Textur), Vergesellschaftung und räumliche Anordnung sind weitere Merkmale dieser Photo-Muster.

Der Übergang von der formalen Perzeption zur Identifikation bestimmter Areale als konkrete Oberflächenklasse ist ein Prozeß, bei dem das Vorwissen des Interpretieren und/oder geeignete Zusatzinformationen mit einfließen. Eine grobe Klassifikation, etwa das Erkennen von Wald- oder Wasserflächen und des Reliefs (Schattenwurf) stellt eine erste Stufe der Identifikation dar. Komplexere Oberflächenklassen können mit Hilfe thematischer und topographischer Karten und aufgrund der Informationen aus dem regionalen Landoberflächen-Modell identifiziert werden. Kritische Zuordnungen oder offene Fragen werden in Testgebieten vor Ort (Feldkampagne, ground truth) abgeklärt.

2.5 Photo-Muster-Typen, operationelle Oberflächenklassen und der Zuordnungsprozeß

Mit den bisherigen Ausführungen wurde auf die drei a priori Kategorien der Bildinterpretation: auf das Satellitenbild als Modell des Realraumes, auf das Modell hypothetischer Oberflächenklassen als Interpretationsbasis, sowie auf methodische Grundfragen der interpretativen Bildanalyse eingegangen.

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die Umsetzung der theoriebezogenen, methodischen und realräumlichen Eingangsinformationen, die in einem auf Tauglichkeit geprüften Interpretationsschlüssel mündet. Dieser Prozeß ist im Schema des Interpretationsablaufes (Abb. 1) in den Arbeitsschritten 2 bis 5 enthalten. Wie erwähnt, ist die Verknüpfung von bildsichtbaren Merkmalen der Photo-Muster-Areale mit zugehörigen Begriffen des Landnutzungssystems das Kernstück dieses Prozesses. Ein Beispiel für solche Zuordnungen zeigt die Liste der Farbmuster des Sommerbildes (Abb. 4). Nach den dominanten Farbwerten des Falschfarbenbildes wurden drei Farbreihen gebildet (Rot-, Gelb-, Unbuntreihe), die in sich nach dem Grauwertanteil (von schwarz zu weiß) geordnet sind.

Dort, wo das Farbmerkmal nicht eindeutig ist (mittelrot: Agrumen oder Macchie, dunkelgelb: abgeerntete Getreidefelder oder Weideflächen), ist für die eindeutige Definition der Klassen eine Zusatzinformation notwendig. So trennt die Reliefinformation die Agrumenkulturen von der Macchie der Bergänge, und durch die zusätzliche Verwendung eines Frühlingbildes kann man die kräftige Vegetation des Wintergetreides von jener der Weideflächen trennen. Generell erweitert die Kombination der Farbwerte des Frühlings- und des Sommerbildes die Skala der Photo-Muster-Typen erheblich, der phänologisch-multitemporale Ansatz trägt wesentlich zur Identifikationsmöglichkeit der Objektklassen bei. Als wichtigste zusätzliche Rauminformationen sind Reliefmerkmale (Geländehöhe, Hangneigung, Exposition) anzusehen. Diese topographischen Informationen standen als Transparent-Overlays zur Verfügung. Daneben erschließen sich aus der Gestalt, der Abgrenzung und der Größe der Photo-Muster-Areale Hinweise auf die entsprechende Oberflächenklasse. Ähnliches gilt für die Nachbarschaft zu und die Vergesellschaftung mit bereits identifizierten Klassen.

Das in Abb. 4 dargestellte Farbsystem bezieht sich auf Photo-Muster-Areale, die nach dem Farbwert homogen und kartographisch erfaßbar (ausgrenzbar)

Oberflächenklasse	Photo-Muster-Areal	
	homogen	inhomogen
homogen	reine Klasse	Klassen-Mengung
inhomogen	Mischklasse	Areal ist aufzuteilen

Abb. 5. Gegenüberstellung von homogenen und inhomogenen Oberflächenklassen und Photo-Muster-Arealen
Comparison of homogeneous and unhomogeneous land surface classes and photo-pattern-areas

sind. Häufig aber sind diese beiden Kriterien nicht oder nur teilweise erfüllt. Zum einen stellen bestimmte Flächen und Farben eine aufgrund der begrenzten Bildauflösung nicht differenzierbare Mischung von Oberflächenklassen dar. Das Photo-Muster zeigt dann oft eine charakteristische Textur (Abfolge) von Farben oder Helligkeitsunterschieden. In diesem Fall ist eine solche Misch-Landoberflächen-Klasse als eigene Klasse in den Interpretationsschlüssel aufzunehmen. Zum anderen treten kontrastierende Farben vielfach in so kleinen Arealen auf, daß diese aus kartographischen Gründen nicht getrennt ausgegrenzt werden können. Im Falle dieses Maßstabs- und Generalisierungsproblems ist ein größeres, aus einer Mengung von Oberflächenklassen bestehendes Areal auszuweisen. Auch dieser Mengungs-Typ ist als neue Klasse entsprechend zu benennen. Das hier angesprochene Problem ist im Schema des Interpretationsablaufes (Abb. 1) als Filterfunktion des Input- und Output-Maßstabes, d. h. der Bildauflösung und der kartographischen Darstellung der Klassifikation dargestellt. Es ist durch die Gegenüberstellung von homogenen und inhomogenen Merkmalen sowohl der Oberflächenklassen als auch der Photo-Muster-Areale in Abb. 5 verdeutlicht.

Die Notwendigkeit der Generalisierung (Klassen-Mengung) und die Feststellung der Existenz von Mischklassen neben den „reinen“ Klassen wird bei Interpretationsversuchen in Testgebieten deutlich. Hier gilt es (1) das System der Oberflächenklassen an die bildsichtbaren Merkmale anzupassen, (2) die kartographische Umsetzbarkeit der Interpretation zu gewährleisten und (3) geeignete Zusatzmerkmale zur eindeutigen Klassifikation (Definition) der Bildareale festzulegen. Dieser Prozeß wird im Interpretationsablauf (Abb. 1) als Prüfung der Zuordnungsmöglichkeit von Oberflächenklassen (Systemen) und Bild-

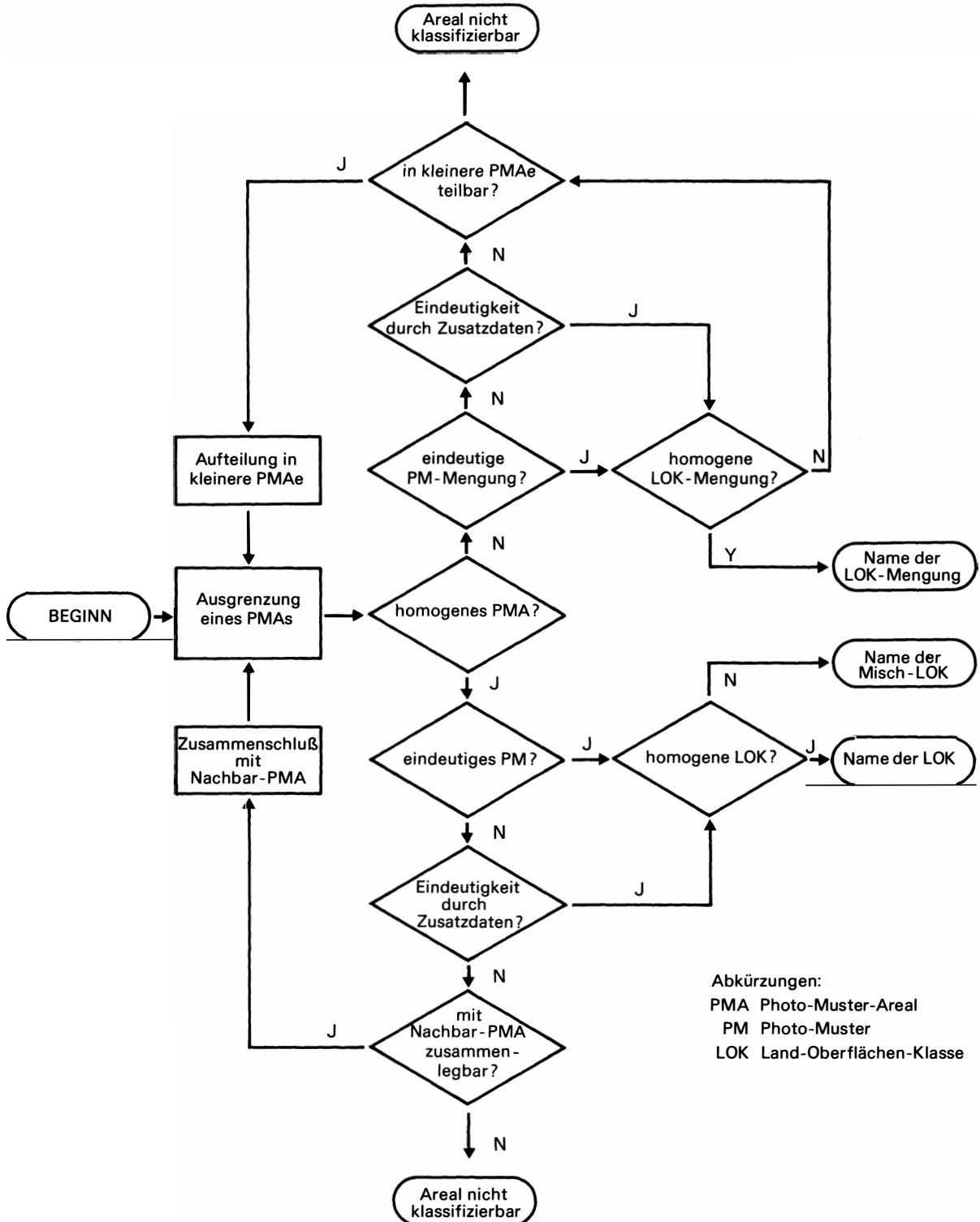


Abb. 6. Schematische Darstellung des Entscheidungsprozesses (Arealausgrenzung und Zuordnung zu Land-Oberflächen-Klassen) bei der Satellitenbildinterpretation

Flow chart of the decision making process (areal delineation and relations to land surface classes) in satellite image interpretation

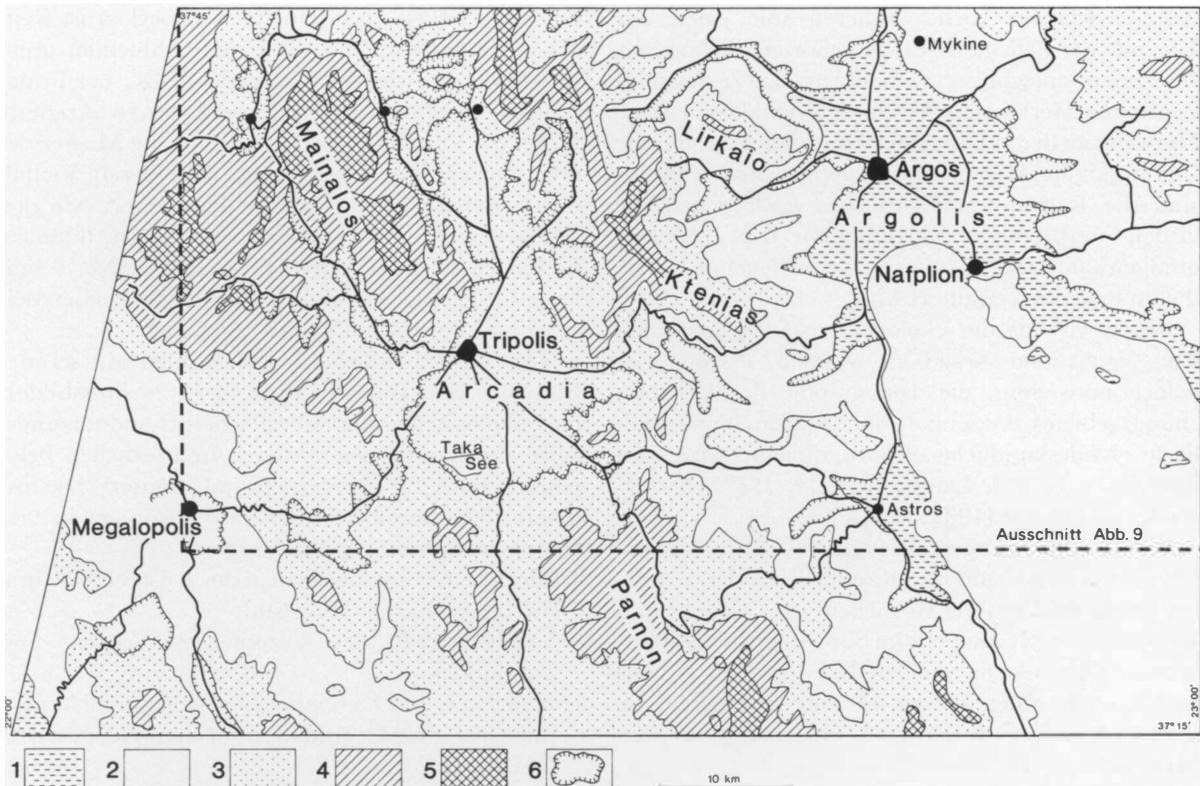


Abb. 8. Überblicksskizze des Untersuchungsraumes

Höhenstufen: 1 = 0–200 m, 2 = 200–600 m, 3 = 600–1000 m, 4 = 1000–1400 m, 5 = über 1400 m Seehöhe. Verebnungen sind unabhängig von ihrer Höhenlage besonders gekennzeichnet (Symbol 6)

Overview of the study area

Terrain elevation levels: 1 = 0–200 m, 2 = 200–600 m, 3 = 600–1000 m, 4 = 1000–1400 m, 5 = over 1400 m altitude. Flat areas at all altitudes are specially marked (symbol 6)

arealmerkmalen (Schlüssel) beschrieben. Diese schon früher beschriebene Funktion führt aufgrund von Interpretationstests im Sinne eines iterativen Optimierungsprozesses zum operationell anwendbaren regionalen System von Oberflächenklassen (Abb. 7). Die Formulierung der Entscheidungskriterien wird im Interpretationsschlüssel festgelegt, aufgrund dessen die interpretative Klassifikation des gesamten Untersuchungsgebietes möglich ist. Dabei wird der Entscheidungsprozeß der Bildinterpretation stets von neuem durchlaufen. In diesem werden jeweils zwei unterschiedliche, jedoch miteinander verbundene Entscheidungen gefällt, nämlich (1) die Ausgrenzung eines Bildareales und (2) die Zuordnung dieser Fläche zu einer Oberflächenklasse. Unter Berücksichtigung der drei möglichen Klassentypen (reine Klassen, Mischklassen, Klassenmengungen, vgl. Abb. 5) ist der Entscheidungsprozeß der Bildinterpretation als Ablaufschema in Abb. 6 dargestellt.

3 Das operationelle Nutzungstypen-System und die ökologischen Landoberflächenklassen des Peloponnes

Die Überprüfung der Unterscheidbarkeit von Oberflächenklassen nach den multitemporalen Merkmalen im Satellitenbild (Frühling/Sommer) und der Vergleich zwischen Realobjektraum und Bildinformation wurden in einer Forschungskampagne vor Ort durchgeführt (pretest, ground truth). Als Resultat wurde ein für die Interpretation geeignetes und damit operationelles Schema der Oberflächenklassen erstellt (Abb. 7). Diesem Schema liegt die Differenzierung der Landoberfläche in natürliche und agrarische Nutzungsklassen (Abb. 2 und 3) zugrunde. Es verknüpft die Höhenstufung mit den Haupt-Nutzungstypen und berücksichtigt sowohl den Gradienten abfallender Nutzungsintensität als auch die Degradationsstadien der natürlichen Vegetation. Die in Abb. 7 enthaltenen Zahlencodes der

Nutzungsklassen korrespondieren mit jenen der Legende der Beilage II. Ein zugehöriger dichotomer Interpretationsschlüssel enthält Angaben zu den bildsichtbaren Merkmalen der Oberflächenklassen sowie Hinweise zu deren Diskriminierung (multitemporale Bildmerkmale, Höhen- und Reliefmerkmale). Damit sind die Regeln festgeschrieben, nach denen die visuell-interpretative Klassifikation der Bildszene erfolgen kann. Das Resultat ist die vorliegende Karte, die im folgenden erläutert wird.

Bevor wir uns der ökologischen Differenzierung der Argolis und Arkadiens widmen, erscheint es jedoch notwendig, die Topographie des Untersuchungsgebietes skizzenhaft darzustellen. Für detaillierte landeskundliche Informationen wird auf SAUERWEIN (1971), LEHMANN (1931; 1937), SAUERWEIN und HELLER (1981) verwiesen.

Der Untersuchungsraum (vgl. Abb. 8) umfaßt die Ebene von Argos und ihre Randgebiete, den zentralen Peloponnes um die Hochebene von Tripolis und die Senke von Megalopolis im Südwesten des Kartenblattes. Dieses stellt mit den Landschaften Argolis und Arkadia einen ökologisch sehr mannigfaltigen Raum dar, der durch eine Höhenstufung vom Meeresniveau bis zu 2000 m Höhe im Mainalos-Gebirge gekennzeichnet ist. Die Höhenstufung und die Distanz von der Küste bestimmen die Klima- und damit Naturraumpotentialabfolge, die sich vom eumediterranen über den submediterranen bis zum kontinentalen und subalpinen Bereich erstreckt.

Der Raum weist drei unterschiedliche Hauptnutzungsgebiete auf:

- (1) die alluvialen Küstenebenen und die anschließenden Randzonen,
- (2) die intramontanen Karst-Ebenen um Tripolis in etwa 600-1000 m Höhe und
- (3) das Tertiärbecken (Braunkohlenabbau) von Megalopolis im Südwesten.

Die Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Höhenstockwerken ist aus der Skizze in Abb. 8 ebenso ersichtlich wie die Nordwest-Südost streichenden Gebirgszüge, die diese Teilräume umrahmen und zugleich voneinander abgrenzen. Das zentrale Bergland (Mainalos, Parnon) erreicht Höhen um 2000 m. Die östlichen Ketten, die bis nahe an den Golf von Argos heranreichen, sind zwar niedriger, wegen ihrer schroffen Formen und dem bedeutenden relativen Höhenunterschied jedoch nicht minder eindrucksvoll. Jungmesozoisch-alttertiäre Kalke, Ketten im Norden und Plateaus im Süden sowie Karstgroßformen bestimmen den Landschaftscharakter des Berglandes. Sanfte Flyschformen finden sich südlich der Ebene von Tripolis und westlich des Mainalos (vgl.

DUFAURE 1977). Das Tripolis-Hochbecken ist weitgehend abflußlos, in z. T. tiefen Schluchten greift jedoch die Entwässerung von der Küste her in das zentrale Hochland ein. Während das so skizzierte Relief die Verteilung und das räumliche Muster der Oberflächenklassen bestimmt, wird deren Vielfalt durch weitere geoökologische Parameter, wie den Bodenwasserhaushalt (feuchte Poljeböden, flußnahe Bereiche), Exposition und Hangneigung (Nord-Südhang-Gegensatz des Macchie-Bewuchses, Hangneigung und Bewirtschaftbarkeit) gebildet.

Von diesen Informationen ausgehend, sei das Ergebnis der Interpretation der Satellitenbilder, die ökologische Landoberflächen-/Landnutzungskarte (Beilage II) des mittleren und östlichen Peloponnes, noch kurz vorgestellt und erläutert. Die insgesamt 33 Landoberflächenklassen können in vier Gruppen zusammengefaßt werden:

- agrarische Nutzungsformen der Küstenebene und der benachbarten Hügelstufe
- Landwirtschaft des küstenfernen Becken- und Berglandes
- natürliche und halbnatürliche Vegetationsformen inklusive ihrer Degradationsformen (Gehölze und Grasfluren)
- sonstige Oberflächenklassen

Die Nummern in den Legendenkästchen, die mit jenen der Abb. 7 korrespondieren, weisen auf die Art der Typenbildung hin. Neben „reinen Klassen“ (z. B. 1 = Agrumen- u. Obsthaine) werden dadurch sowohl Misch- und Mengungstypen (z. B. 247 = Mischung der Ölbaum-Getreide-Kulturen mit Macchie und Weide) definiert als auch begrifflich einheitliche Oberflächenklassen in sich weiter differenziert (z. B. 4a, 4b, 4c = Macchie-Vegetation unterschiedlichen Degradations- und Deckungsgrades). Die folgende Beschreibung des Karteninhaltes greift die Leitlinien der Landnutzung und die Bestimmungsgrößen des Naturraumpotentials auf.

3.1 Küstenebenen und küstennahe Räume

Das Kernland der modernen Argolis sind die bewässerten Agrumen- und Edelobstkulturen. Diese exportorientierte Nutzung hat sich in den letzten Jahrzehnten stark ausgeweitet und, Gemüsekulturen eingeschlossen, die traditionelle kleinparzellige Mischkultur zum Teil ersetzt. Im Randbereich der Küstenzone und im bewegten Relief, das keine Bewässerungswirtschaft erlaubt, herrscht die für das eumediterrane Gebiet ebenfalls idealtypische Nutzung des Trockenfeldbaues und der Ölbaum-Getreide-Kulturen vor. Vielfach großbetrieblich organi-

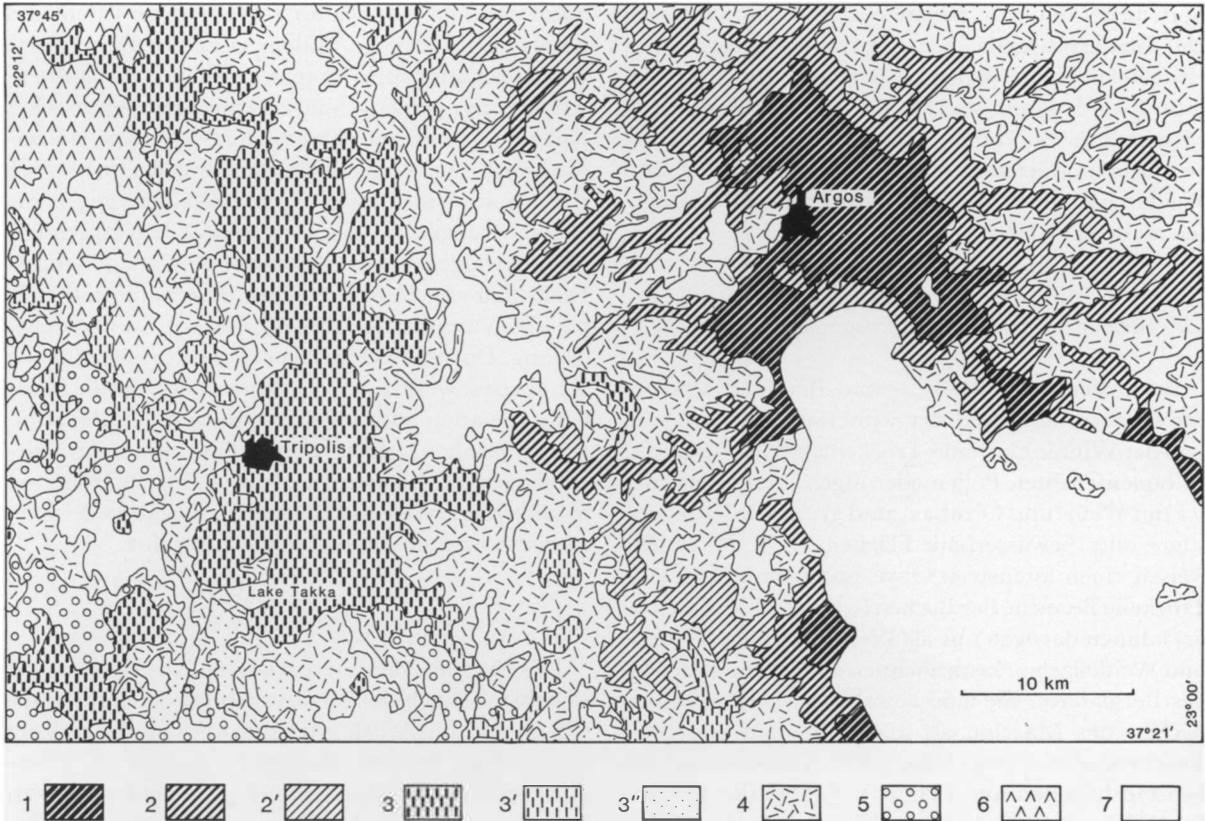


Abb. 9. Landnutzungs-/Landoberflächen-Regionen am östlichen und zentralen Peloponnes. Generalisierende Zusammenfassung der Ökologischen Landoberflächen-/Landnutzungskarte (Beilage II). Erläuterung der Klassen 1-7:

1. Agrumen und Obsthaine. Bewässerte Intensivkulturen der Küstenebenen
2. Ölbaum-Getreide-Trockenfeldbau, z. T. noch junge Kulturen bis in 600 m Höhe
- 2'. wie 2, in Mischung mit Weideflächen und Macchie
3. Trockenfeldbau und Weiden des zentralen Hochlandes und der Polje-Böden in etwa 1000 m Höhe
- 3'. wie 3, in Mischung mit Macchie und Laubbuschwald
- 3''. extensiver Trockenfeldbau und Weiden der Gebirgslandwirtschaft
4. Hartlaubvegetation in unterschiedlichen Stadien der Degradation (Macchie)
5. Laubgehölze, vorwiegend Laubbuschwald und Degradationsformen
6. Nadelwald, Leitbaumart: Griechische Tanne
7. Mediterran-montanes Grasland und Steintriften

Land Use - Land Cover Regions in the Eastern and Central Peloponnesus. Generalized outline of the Ecological Land Classification Map (Supplement II). Legend:

1. Citrus and fruit trees. Irrigated intensive land use of coastal plains
2. Olive trees and dry crop farming. Young cultures up to 600 m altitude
- 2'. as in 2, mixed with maquis and pasture
3. Dry farming of crops and pastures in the central highlands and the polje plains at approx. 1000 m altitude
- 3'. as in 3, mixed with maquis and shrubs
- 3''. Extensive dry farming and pastures of highland agriculture
4. Hard-leaved vegetation in different degradation stages (maquis)
5. Deciduous woods and degradation stages
6. Coniferous forests, mainly Greek fir
7. Mountainous grassland and stony ridges

siert, bedecken z. T. neuangelegte Ölbaumkulturen die Talzonen und das benachbarte Hügelland bis in etwa 600 m Höhe. In den Niederungen findet Bewässerung und damit die Möglichkeit zur intensiven Mischkultur statt, im Bergland ist ein bunter Wechsel des Ölbaum-Getreide-Anbaues mit Macchien und Weiden und damit die Persistenz tradierter Strukturen zu beobachten.

3.2 Landnutzung im zentralen Peloponnes

Im küstenfernen Becken- und Bergland scheidet der Ölbaum aufgrund der winterlichen Fröste aus, und der Winter-Getreide-Trockenfeldbau dominiert. In bodenfeuchten Poljeniederungen mengt sich dieser mit Wein- und Obstbau, und grundwasserbegünstigte oder bewässerbare Flächen, z. T. Flußauen, weisen einen intensiven Obst- und Gemüsebau auf. Trockene Bereiche der Becken (wie östlich von Tripolis) können dagegen nur als Weiden genutzt werden, und Weideflächen kennzeichnen auch weite Bereiche des Berglandes. Sie sind sowohl mit Degradationsflächen der Macchie als auch mit dem Getreide-Trockenfeldbau vergesellschaftet. Dieser weist auf den Hochflächen und Plateaus (Südteil des Kartenblattes) in ausgesprochener Grenzertragslage eine besonders extensive und zugleich archaische Form der Landnutzung auf (Gebirgslandwirtschaft).

3.3 Die natürliche/naturnahe Oberflächenbedeckung

Abseits des Ackerlandes, durch Weide- und Holznutzung über Jahrtausende entsprechend verändert, zeigen die Gehölze und Grasfluren modellhaft den Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen und der natürlichen Vegetation. Im küstennahen Bergland dominiert die Hartlaubvegetation. Sie stößt westwärts bis in die Fußzonen des zentralen Gebirgsbereiches vor und vermengt sich im Landesinneren in unterschiedlicher Form mit Degradationsstadien laubwerfender Gehölze. Im Küstenbereich ist der Gegensatz zwischen dichter Macchie auf Nordhängen und ihrer Auflösung auf der Südseite der Berge äußerst auffällig. Drei Typen der Macchie-Vegetation wurden unterschieden. Offene Ersatzgesellschaften (Phrygana) sind in der degradierten Macchie enthalten, treten jedoch selten flächenhaft auf (und sind dann vielfach an Fylschuntergrund gebunden).

Das winterkalte zentrale Bergland schließt Hartlaubgehölze sukzessive aus, und laubwerfende Ge-

hölze dominieren etwa ab 1500 m. Nur selten sind sie als hochstämmige Wälder erhalten. Degradierte Buschformationen in unterschiedlicher Zusammensetzung und gemengt mit verschiedener agrarischer Nutzung dominieren. Das montan-subalpine Höhenstockwerk trägt ausgedehnte Nadelwälder. Im unteren Bereich sind es Tannen-Kiefern-Wälder, gegen die obere Waldgrenze hin und wenig beeinträchtigt, Tannenwälder. Sie werden in der Gipfelregion durch Felstriften abgelöst und zeigen damit eine südeuropäische Variante der alpinen Höhenstockwerksgliederung. Das obere Höhenstockwerk der küstennahen Ketten ist sowohl durch die Winterkälte, die die Hartlaubvegetation ausschließt, als auch durch die Sommertrockenheit, die Laubgehölze verhindert, gekennzeichnet. Hier wird die Macchie in der Höhe von mediterranen Heiden (Phrygana), von ausgedehnten Bergweiden und von Steintriften abgelöst.

3.4 Generalisierung zu Nutzungstypen

Das Ergebnis der interpretativen Klassifikation ist sowohl inhaltlich (Klassen-Anzahl) als auch räumlich (Photo-Muster-Areale) vielfältig und detailliert. Vom analytischen Produkt (Beilage II) ausgehend, wurde auch eine generalisierende Zusammenfassung zu Nutzungstypen durchgeführt (Abb. 9). Diese Übersichtsdarstellung verfolgt einen zweifachen Zweck. Sie zeigt zum einen, daß aus den Basiselementen der Detailkartierung (Klassen und Arealen) sowohl inhaltlich als auch räumlich zu einfacheren und übergeordneten Raumtypen fortgeschritten werden kann. Darüber hinaus bietet die Darstellung in Abb. 9 einen leicht faßbaren Überblick über die grundlegenden Nutzungstypen der Region und deren räumliche Verteilung.

Anmerkung

Die Landoberflächen-/Landnutzungskartierung des östlichen und zentralen Peloponnes wurde im Rahmen des Euratom-Projektes „Elaboration of Remote Sensing Indicators for Less-Favoured Areas (Contract Study No. 2240-83-12 ES ISPF) anhand der Landsat MSS Szene 197/34 (27. 3. 1981 und 7. 8. 1978) durchgeführt (SEGER und MANDL 1986). Die Farbkarte (Beilage II) wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Fernerkundung“ des österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) am Institut für Geographie der Universität Klagenfurt (Kartographie: Jutta Gradenegger) hergestellt.

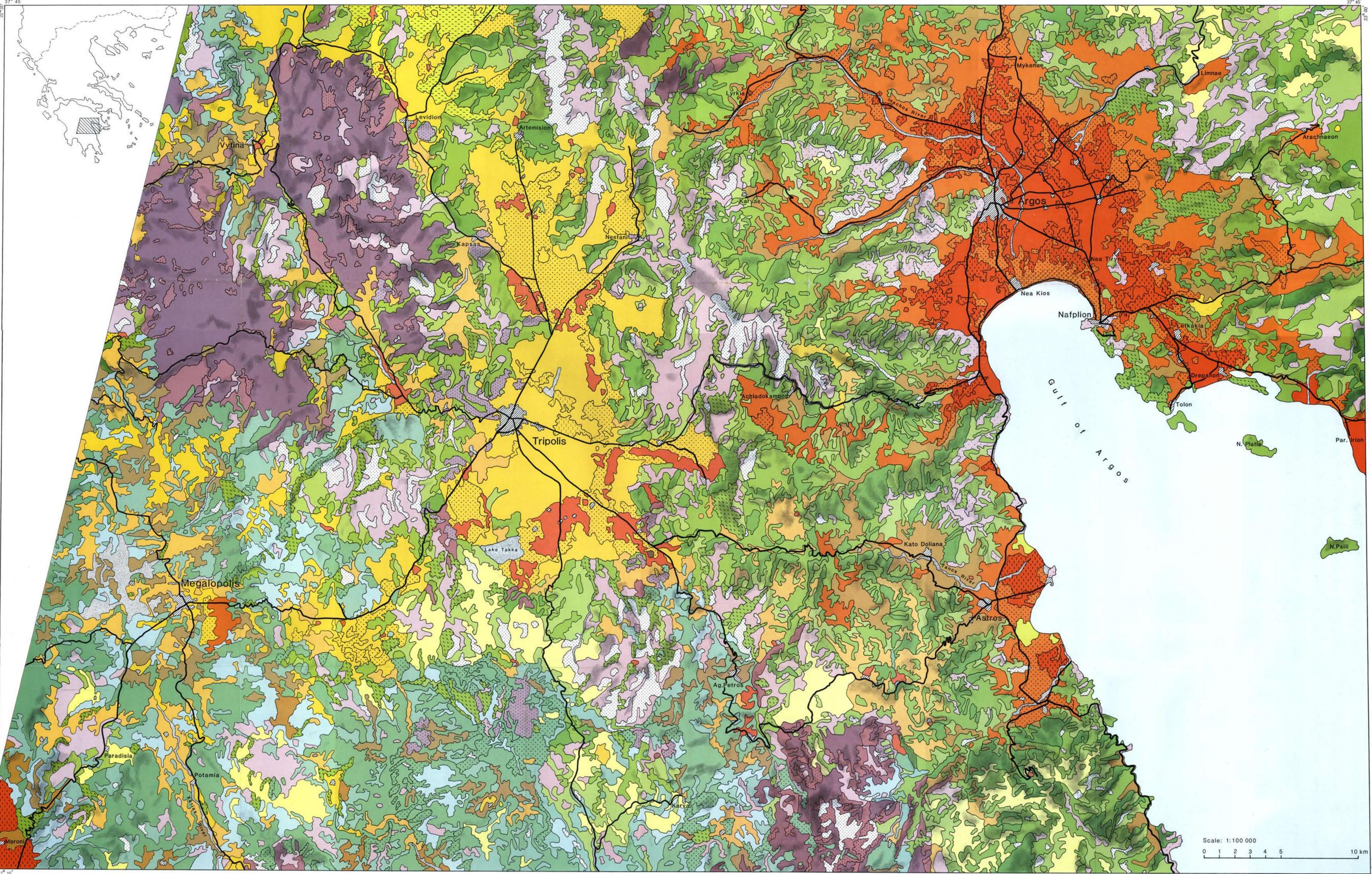
Literatur

- ALBERTZ, J.: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Eine Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt 1991.
- BOBEK, H.: Gedanken über das logische System der Geographie. In: Mitt. der Österr. Geogr. Ges., Bd. 99, 1957, 122-145.
- BUCHROITHNER, M.: Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Digitale Methoden, Reliefkartierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/2. Wien 1989.
- DUFAURE, I. I.: Neotectonique et morphogenèse dans une péninsule méditerranée: le Peloponèse. In: Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, Vol. XIX, 1977, 7-58.
- HORVAT, I., GLAVAC, V. und ELLENBERG, H.: Vegetation Südeuropas. Stuttgart 1974.
- GIERLOFF-EMDEN, H. G.: Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Allgemeine Grundlagen und Anwendungen. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/1. Wien 1989.
- LEHMANN, H.: Zur Kulturgeographie der Ebene von Argos. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1931, 38-59.
- LEHMANN, H.: Argolis. Band 1: Landeskunde der Ebene von Argos und ihrer Randgebiete. Athen 1937.
- LÖFFLER, E.: Geographie und Fernerkundung. Eine Einführung in die geographische Interpretation von Luftbildern und modernen Fernerkundungsdaten. Stuttgart 1985.
- SAUERWEIN, F.: Die moderne Argolis. Probleme des Strukturwandels in einer griechischen Landschaft. Frankfurter Wirtschafts- u. Sozialgeographische Schriften 9. Frankfurt 1971.
- SAUERWEIN, F. und HELLER, W.: Mittelgriechenland - Athen und Argolis. In: Westermann Satellitenbildatlas, Erläuterungen. Braunschweig 1981, 234-236.
- SEGER, M. und MANDL, P.: Land Surface Models as Collateral Data in Satellite Image Interpretation. In: Proc. of IGARSS'86 Symposium. Zürich 1986, ESA SP 254, 1281-1286.
- SEGER, M., MANDL, P. und MAIR, I.: Visual-manual versus Automatic Landuse Classification, a Comparison Using Landsat Data from the Peloponnesus, Greece. In: Proc. of the 11th EARSeL Symposium. Graz 1991, 489-493.

Ecological Land Classification Map by Satellite Image Interpretation

Ökologische Landoberflächen/Landnutzungskarte mittels Satellitenbild-Interpretation

Argolis and Arcadia, Peloponnese, Greece



Agricultural land use - landwirtschaftliche Nutzung

- Coastal plains and hills - Küstenebenen und Hügellstufe**
- 1** Area of citrus fruits - Agrumenzone
Citrus fruits and orchards
Agrumen- und Obstaine
 - 2** Mixed cultivation: citrus- and other fruits, crops, vegetables
Mischkultur: Agrumen, Obst, Getreide, Gemüse
 - Area of olive-trees - Ölbaumzone**
 - 2a** Traditional dry farming of olive-trees and crops
Traditioneller Ölbaum-Getreide-Trockenfeldbau
 - 2b** Mixed cultivation: olive-trees, crops, vegetables, part. irrigated
Mischkultur: Öl bäume, Getreide, Gemüse, z.T. bewässert
 - 247** Olive-trees and crops (2a) interspersed with maquis and pastures
Mischung der Ölbaum-Getreide-Kulturen (2a) mit Macchie und Weide
Salinisation in 2b given by short lines
 - Interior basins and highlands - küsternes Becken- und Bergland**
 - 3a** Dry farming of crops, partly pastures
Getreide-Trockenfeldbau, z.T. Weiden, Baumgruppen
 - 3b** Mixed cultivation: crops, orchards, vineyards, moist or irrigated
Getreide - Obst - Wein Mengung, z.T. feucht, z.T. bewässert
 - 3c** Orchards and mixed cultivations on polje-bottoms, part. irrigated
Obstaine und Mischkulturen, Poljeböden, z.T. bewässert
 - 3d** Pastures on dry parts of the polje
Weiden auf trockenen Poljeböden
 - 347** Crops (3a) in mixture with maquis, pastures
Mengung Getreidebau (3a) mit Macchie, Weide
 - Mountainous area - Gebirgslandwirtschaft**
 - 37** Extensive dry farming of crops in mountainous area and pastures
Extensiver Trockenfeldbau der Hochflächen, Weide

Natural-, seminatural vegetation - natürl. u. degrad. Vegetation

- Evergreen vegetation and degradation stages - Hartlaubveg**
- 4c** Evergreen bushes and dense maquis (covering 70%)
Immergrüne, dichte Macchie, z.T. Buschwald (Deckung > 70%)
 - 4b** Maquis, mixed with phrygana (garrigue) (covering 40-70%)
Lockere Macchie und Phrygana (Garrigue) (Deckung 40 - 70%)
 - 4a** Sparse maquis, phrygana, partly pastures (covering < 40%)
Offene Macchie, Phrygana, z.T. Weideflächen (Deckung < 40%)
 - 47** Garrigue phrygana predominant
Garrigue, Phrygana vorherrschend
 - Deciduous woods - laubwerfende Gehölze**
 - 5** Deciduous woods of different composition
Laubwälder unterschiedlicher Zusammensetzung
 - 54** Degraded deciduous brushwoods, part. with maquis-elements
Degradierte Laubbuschwälder, z.T. mit Macchie-Elementen
 - 547** Sparse shrubbery, deciduous and evergreen elements
Offene Buschformation, laubwerfende und immergrüne Elemente
 - 537** Deciduous woods, interspersed with agricultural landuse
Mengung von Laubgehölzen und landwirtschaftlicher Nutzung
 - 56** Mixture of deciduous and coniferous woods
Mengung von Laub- und Nadelgehölzen
 - Coniferous woods - Nadelwälder**
 - 6a** Fir-wood, partly mixed with pine-trees
Tannenwald, z.T. mit Kiefern gemischt
 - 6b** Pine-wood near the coast
Küstennahe Kiefernwälder
 - 6c** Afforestation of pine-trees
Kiefern-Aufforstungen
 - 64** Coniferous woods mixed with maquis-elements
Nadelwälder mit Macchie-Elementen
 - 67** Dispersed fir-wood, partly pastures
Auflockerung des Tannenwaldes, z.T. Weiden
 - Stony grasslands, pastures - Weiden und Triften**
 - 7a** Mountainous pastures, phrygana, stony slopes
Bergland-Weiden, Phrygana und Steintriften
 - 7b** Stony slopes and phrygana near the coast, part. pastures
Küstennahe Steintriften und Phrygana, z.T. beweidet
 - 7c** Rocks and rocky slopes on the highest area of mountains
Fels und Felstriften der Gipfelregionen
 - Vegetation of marshes - Feuchtvegetation**
 - 8a** Coastal salty marshes
Salzmarschen an Küsten
 - 8b** Meadows on moist polje-bottoms
Feuchtwiesen in Poljeböden

Other land-surface classes - sonst. Oberflächenklassen

- Area without vegetation: gravel beds, roads, mining area
Unbewachsen (period. Gewässer, Verkehrstf., Bergbau)**
- Waterbody
Wasserflächen**
- Major settlements, towns
Größere Siedlungen, Städte**

