8 ABSCHLIEßENDE DISKUSSION

Abschließend wird die Eignung automatisierter digitaler Klassifizierungsverfahren von multispektralen Fernerkundungsdaten für Vegetationsanalysen diskutiert, und es wird die auf dieser Grundlage gewonnene Vegetationskarte mit einer terrestrischen Kartierung verglichen.

8.1 VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER KLASSIFIZIERUNGSVERFAHREN

Die Vegetationskarte der Kanareninsel El Hierro wurde mit einem hybriden Modell der *unsupervised classification* mit anschließender Vegetationsanalyse im Gelände hergestellt. Zunächst wurden 30 Spektralklassen erzeugt, die die Bodenbedeckung der Insel repräsentieren. Obwohl sich alle Klassen im Gelände identifizieren und getrennt beschreiben lassen, wurden sie zu 19 Klassen zusammengefaßt (Karte 2 im Anhang). Eine noch größere Anzahl von Signaturen erschwert die Unterscheidung in einer Karte im Maßstab 1:50.000 erheblich, zumal wenn es sich um ein Gebiet handelt, in dem die Vegetationsausstattung in Abhängigkeit vom Relief ständig wechselt, die Generalisierung der Flächen war daher erforderlich. Ausgehend von der Annahme, daß das Gelände unbekannt sei und dennoch eine detaillierte Darstellung unterschiedlicher Vegetations- und Bodenklassen für ein späteres *ground truthing* hergestellt werden sollte, könnte diese Anzahl von Klassen deshalb für eine unüberwachte Klassifizierung ebenfalls in Betracht gezogen werden. Über die adäquate Trennung der Spektralinformationen in den verschiedenen Klassifizierungen kann nur rückwirkend im Vergleich mit der neu erstellten Karte geurteilt werden. Aus diesem Grund wurden sowohl bei einer „einfachen“ Clusterung (Ausschnitt in Abb. 8-2) als auch bei einer erneuten ISOCLUST-Routine (Ausschnitt in Abb. 8-4), die nach der Identifikation der Klassen im Gelände und ihrer Zusammenfassung in einer neuen Karte vorgenommen wurden, die Trennung der Informationen in 19 Klassen gefordert. Die Verfahren wurden auf der Grundlage des in Kapitel 5.2.3 beschriebenen *color composit* durchgeführt. Im folgenden werden die Vergleiche an Hand des Bildausschnitts der Umgebung von San Andrés dargestellt, in dem alle 19 Vegetationseinheiten präsent sind. Es ist zu beachten, daß gleiche Flächenfarben in den verschiedenen Klassifizierungen nicht immer auch die gleiche Art der Bodenbedeckung bedeuten.

Clusterung

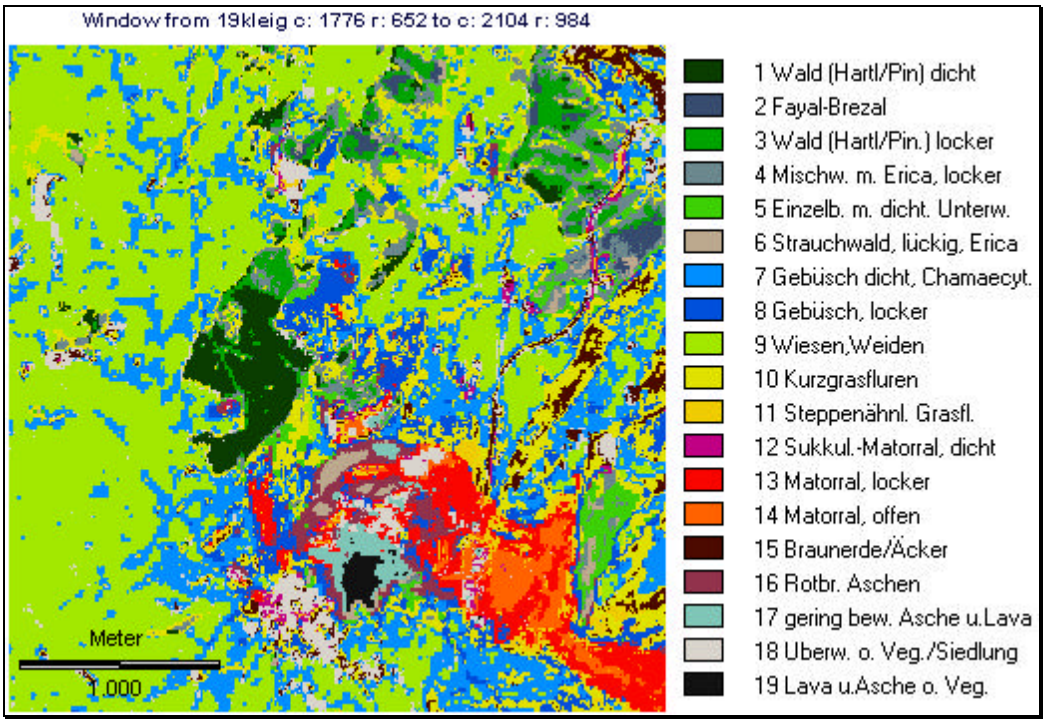

Abb. 8-1 Ausschnitt aus der Vegetationskarte vor der Generalisierung, mit Arbeitslegende.

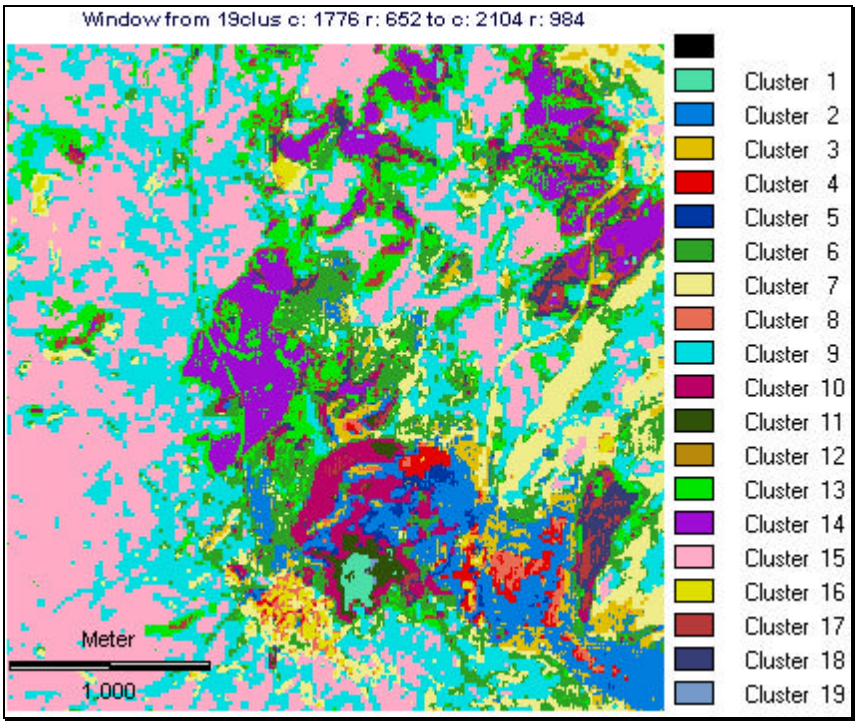

Abb. 8-2 Ausschnitt der automatischen Clusteranalyse, Feincluster von 19 Klassen.

Zunächst ist bei der automatischen Clusterung auffällig, daß die Klasse 1, die überwiegend den Bildhintergrund repräsentiert, auf der Insel selbst großen Raum einnimmt, im Ausschnitt ist dies erkennbar an der türkisgrünen Fläche am Chamuscada. Aber nicht nur vegetationslose Flächen, sondern auch Teile des Fayal-Brezal, vor allem aber die lückigen Strauchwälder (in der Vegetationskarte die Klasse 6) werden dieser Klasse zugeordnet. Weiter werden fast alle Waldflächen in das Cluster 14 einbezogen, so daß eine Differenzierung schwer möglich ist. Eine relativ gute Trennung der Spektralklassen ist hingegen bei den gering bewachsenen Flächen zu beobachten. So stellen sich beispielsweise die in der Vegetationskarte als „unbewachsen/Siedlungsfläche“ ausgewiesenen Klassen vor allem in den

Klassen 7 und 16 dar, und auch die verschiedenen Lavaflächen sind gut zu trennen. Ebenso ist die Darstellung der Wiesen/Weiden und der dichten Gebüsche nachvollziehbar. Insgesamt eignet sich die automatische Clusterung in diesem sehr heterogenen Gebiet nur unzureichend als Grundlage für ein *ground truthing*.

Klassifizierung mit dem Modul ISOCLUST

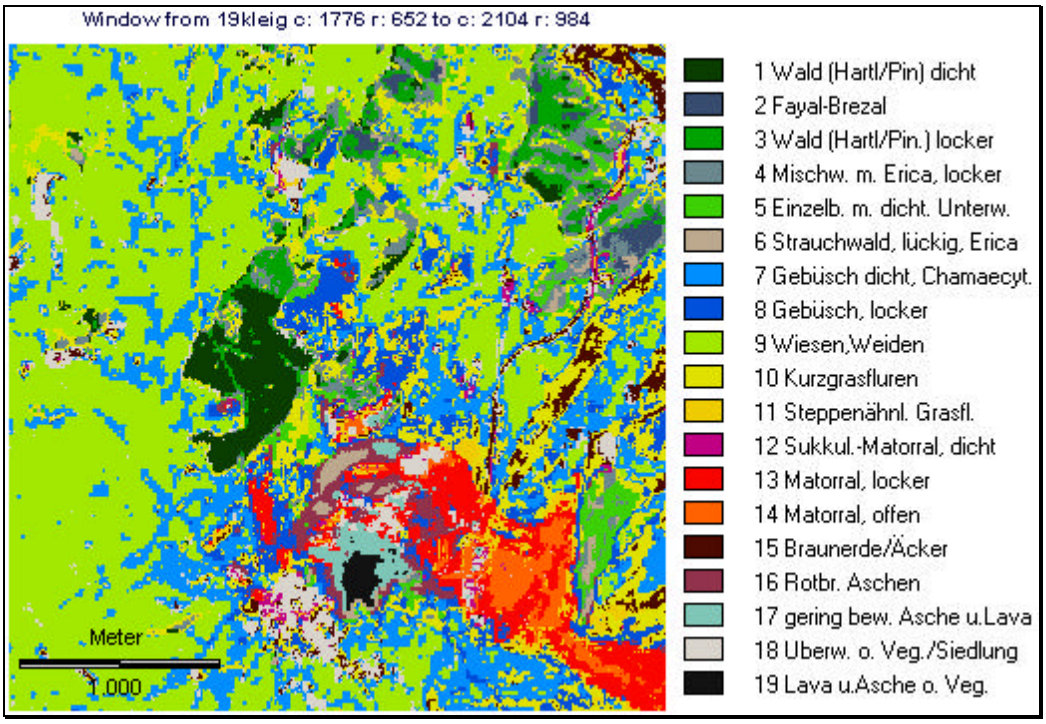

Abb. 8-3 Ausschnitt aus der Vegetationskarte vor der Generalisierung.

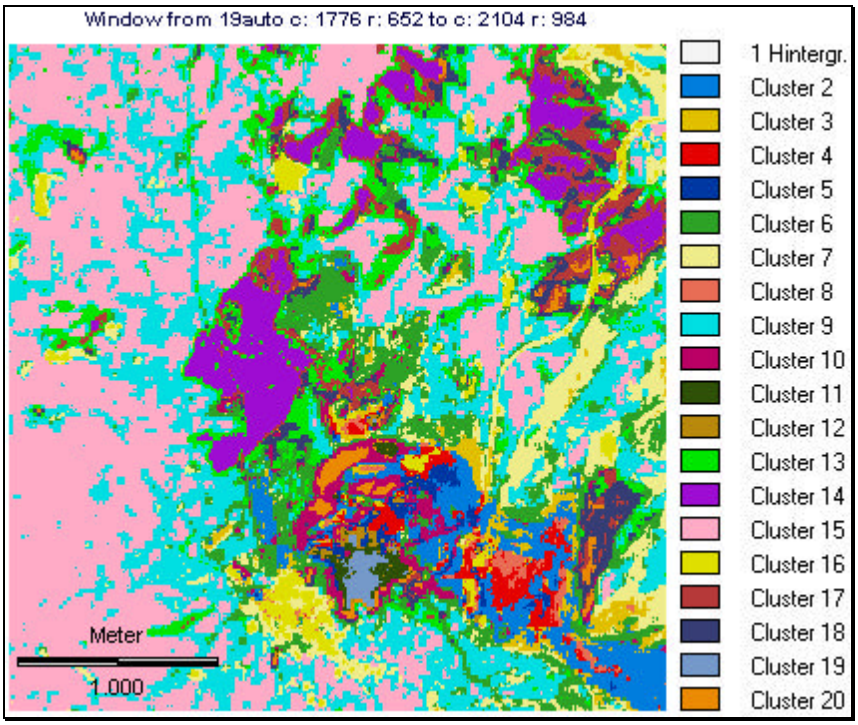

Abb. 8-4 Ausschnitt nach der Ausweisung von 20 Klassen mit ISOCLUST.

Die Trennbarkeit der Klassen nach diesem Arbeitsgang entspricht weitgehend der Zusammenfassung, wieder bilden die dichten Wälder die Ausnahme. Mit dieser Routine wird zwischen dichten Wäldern nicht unterschieden, wohingegen lockere Strauchwälder, die in der Vegetationskarte durch die Klasse 6 beschrieben sind, als Klasse 20 gut dargestellt werden. In dieser Routine werden vor allem diejenigen Flächen

mit der gleichen Signatur dargestellt, die in der Vegetationskarte meist aus ökologischen Erwägungen getrennt gehalten wurden. So sind die Braunerden, die als Klasse 15 erhalten geblieben sind, in der Klasse 7 aufgegangen, die ebenfalls wenig bewachsene Gebiete charakterisiert. Die Autorin hält die ISOCLUST-Routine für hervorragend geeignet, die Bestimmung der ausgewiesenen Klassen im Gelände zu ermöglichen. Nach entsprechender Bildverbesserung der Datensätze ist eine ausreichend genaue Darstellung der Vegetations- und Bodenbedeckungsklassen auch in einer sehr kleinräumig aufgebauten und überwiegend gering bewachsenen Landschaft möglich.

8.2 VERGLEICH MIT EINER KONVENTIONELL ERSTELLTEN KARTE

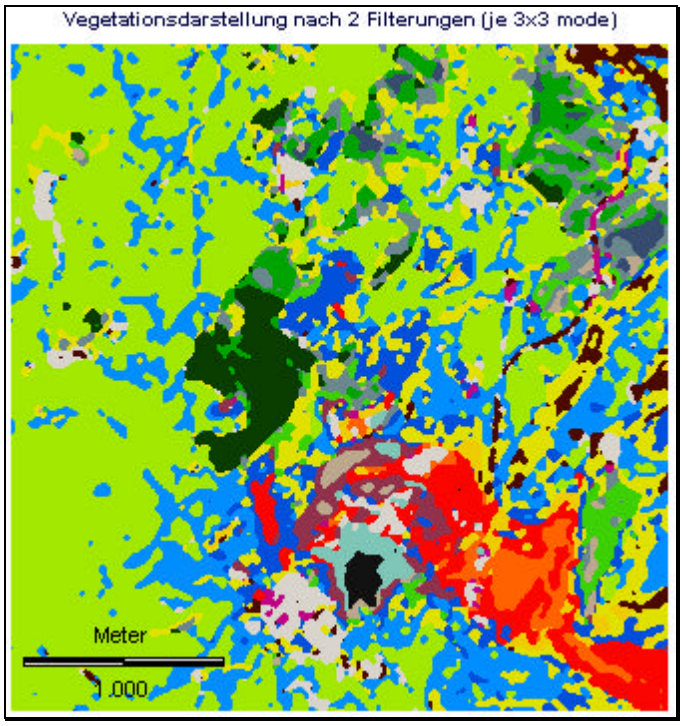

Abb. 8-5 Ausschnitt der Vegetationskarte nach der Filterung kleiner Flächen.

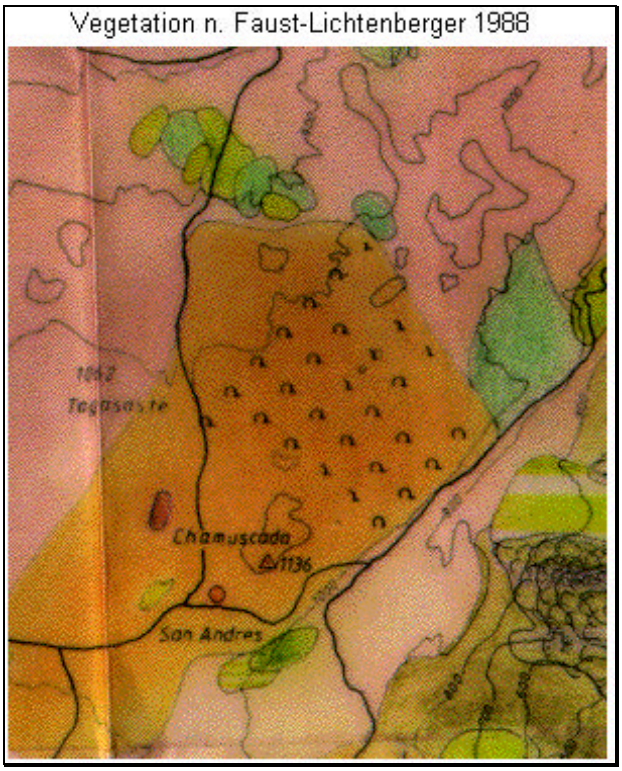

Abb. 8-6 Ausschnitt aus der Vegetationskarte von FAUST-LICHTENBERGER, der annähernd das gleiche Gebiet umfaßt, der Maßstab ist ebenfalls nahezu gleich.

Auf der Vegetationskarte im Maßstab 1:50.000 von FAUST-LICHTENBERGER (Karte 3 im Anhang) sind 18 verschiedene Klassen der Bodenbedeckung ausgewiesen. Leider liegt von der handkolorierten Karte nur ein *Scan* vor, in dem sich die Farben der Karte den Legendenfarben nicht gut zuordnen lassen. In dem hier abgebildeten Ausschnitt sind sechs verschiedene Arten der Vegetation dargestellt. Die bräunliche Fläche hat die Bedeutung „Gebiete mit traditioneller Landwirtschaft - Roggen, Weizen, Kartoffeln, Feigen, Mandeln“, die leicht rosafarbene Fläche stellt „extensive Weidewirtschaft“ dar. Die dunklere der beiden Grüntöne im oberen Bildbereich bedeutet „Monte Verde mit Fayal-Brezal“, die bohnenförmige, braunrote Signatur links der Straße hat die Bedeutung von „Aufforstungsgebiete - Pinus radiata“. Die Konnotation der übrigen Flächen ist nicht genau festzulegen. Der Legende ist

zu entnehmen, daß FAUST-LICHTENBERGER die Nadelwälder aufteilt in: zwei Arten „Wacholderwälder mediterraner Tendenz (Sabinares / Jarales)“, zwei verschiedene Arten „Aufforstungsgebiete (Pinus radiata / Juniperus phoenicea)“ und den „Kanarischen Kiefernwald (Pinar Canario)“. Eine derartige Unterteilung ist aus den bereits in Kapitel 6.2.3 diskutierten Gründen mit der Art der hier verwendeten Fernerkundungsdaten nicht möglich. Der Aschekegel des Chamuscada und die umgebende Vegetation, die keinesfalls in die Kategorie „landwirtschaftliche Nutzflächen“ einzuordnen sind, werden jedoch zutreffend ausgewiesen. Das Dorf San Andrés und die Kiefernanpflanzung erscheinen auf der digital erzeugten Karte in ihrer realen Ausdehnung.

Im Vergleich der beiden Karten zeigt sich deutlich der Vorteil der Herstellung durch die digitale Analyse von Fernerkundungsdaten. Dafür gibt es mehrere Gründe: Weil die Insel El Hierro zum Teil aus schwer zugänglichen Gebieten besteht, kann das Ausmaß der Flächen vom Boden aus nur geschätzt werden, so daß eine annähernd flächen- und lagetreue Darstellung auf konventionelle Weise nur schwer möglich ist. In der hier erstellten Karte kann mit einer maximalen Abweichung von ca. 50 m gerechnet werden. Wegen der Kleinräumigkeit der Vegetationseinheiten besteht die Gefahr zu starker Generalisierung der Flächen. Kleine Areale besonderer Vegetation inmitten größerer Einheiten gehen damit völlig verloren. Dagegen können derartige Flächen in einer durch Multispektralanalyse erzeugten Karte bei bestehendem Interesse erhalten werden, wie im folgenden demonstriert wird. Schließlich kann eine Multispektralanalyse jederzeit von einem neuen Datensatz hergestellt werden, so daß Veränderungen der Vegetation beobachtet und verglichen werden können.

In den beiden folgenden Abbildungen wird ein Bildausschnitt aus der erstellten Vegetationskarte, diesmal aus dem Westteil der Insel (La Dehesa/El Crees), gezeigt. Die Ausschnitte entstammen der noch ungefilterten und nicht geokodierten Karte. Abb. 8-7 zeigt das Gebiet in einem Maßstab von annähernd 1:100.000. Auch in diesem kleinen Maßstab ist eine sehr genaue Gliederung der Flächen erkennbar, und Besonderheiten treten noch deutlich hervor, wie z.B. die isolierten Bestände der Tabaiba dulce im Norden des Faro de Orchilla, aber auch die kleinen Ackerflächen (Klasse 15), die sich in der Umgebung der Ermita de Nuestra Señora de los Reyes befinden. Die Abb. 8-8 zeigt einen Teilausschnitt aus diesem Gebiet in einem Maßstab von ca. 1:25.000. Deutlicher als im Kartenmaßstab 1:50.000 werden auch sehr kleine Standorte wiedergegeben, wie z.B. die für bedeutsam gehaltenen sehr dichten Bestände der Sukkulenten (Foto 6-13).

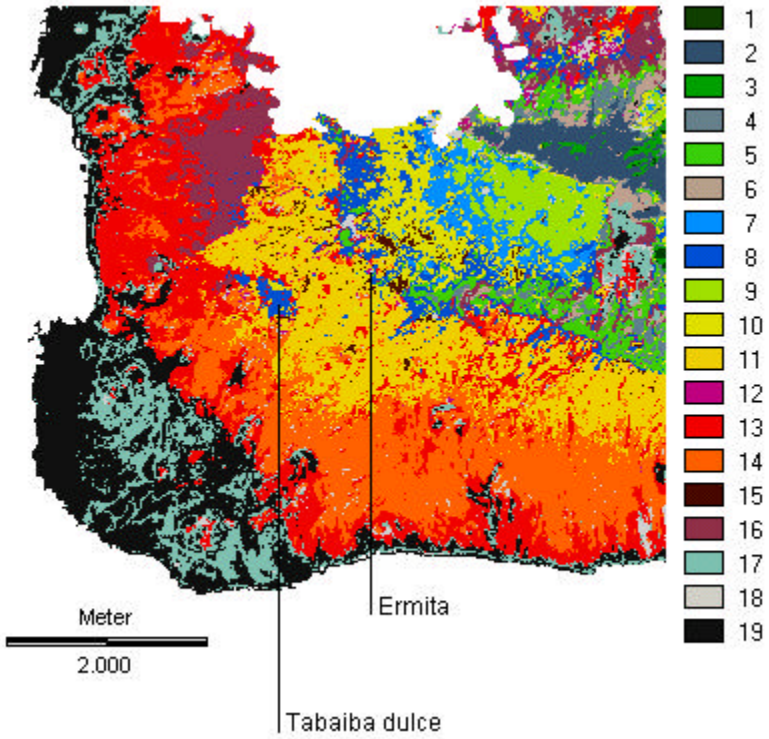

Abb. 8-7 Ausschnitt aus der Vegetationskarte, Maßstab ungefähr 1:100.000.

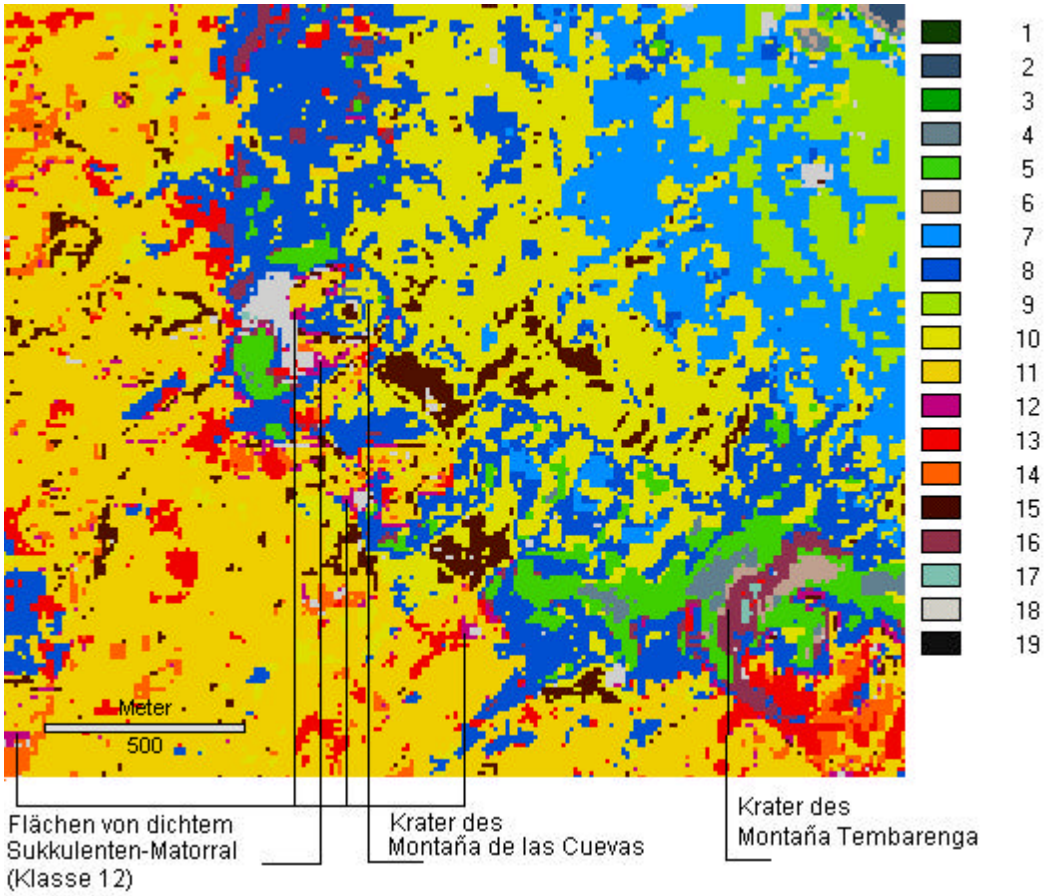

Abb. 8-8 Dieser Ausschnitt zeigt die nähere Umgebung der Ermita de Nuestra Señora de los Reyes im Maßstab von ca. 1:25.000.

Das Verfahren, durch unüberwachte Klassifikation zunächst eine größere Anzahl von Spektralklassen zu erzeugen und später individuell zusammenzufassen, führte zu einem sehr guten Ergebnis. Auch noch eine Darstellung im Maßstab von 1:25.000 wird nach dieser Methode, verglichen mit konventionell hergestellten Vegetationskarten, für hinreichend genau gehalten. Nicht nur die Vegetationsklassen sind sehr sicher angezeigt, sondern die digital erzeugte Karte bildet gleichzeitig auch Landschaftsstrukturen ab, die in konventionell hergestellten Karten meist zurücktreten. Dies sei zum Abschluß durch Foto 8-1 illustriert. Von Nordosten aus aufgenommen, zeigt es das Gebiet des in Abb. 8-8 abgebildeten Bildausschnittes. In der Fotografie lassen sich die Vulkankrater und annähernd auch ihr Bewuchs erkennen, deren Strukturmuster auch in der Vegetationskarte wiederzufinden sind.

Foto 8-1 Blick von Nordosten auf den Krater des Montaña de las Cuevas.

Es gibt einige Menschen, denen ich an dieser Stelle meinen Dank ausdrücken möchte. Zunächst Prof. Dr. Dietrich Hagen, ohne den ich vermutlich nie herausgefunden hätte, wie gern ich mit Computern arbeite und wie spannend die Anwendung von GIS ist. Er hat mir immer wieder die richtigen Fragen gestellt und mich herausgefordert. Stefanie auf der EB Doñana, die mich On-Line aufgeheitert hat, wenn es nötig war. Giselle Borgward, die mir erlaubt hat, einige ihrer schönen Fotos zu verwenden. Meinen Freundinnen und Freunden, die meine personelle oder zumindest mentale Anwesenheit während der Arbeit an diesem Thema so geduldig ertragen haben und trotzdem immer für mich da waren, wenn ich sie brauchte. Nele, die trotz „Abistress“ meistens nachsichtig mit den „Launen“ ihrer Mutter umgegangen ist.
Vor allen anderen aber Jörn Uwe, der mir durch seine Geduld, sein Interesse und nicht zuletzt durch seine Mehrarbeit das Studium möglich gemacht hat. Trotz seiner lebensbedrohlichen Erkrankung hat er mich ermutigt, diese Arbeit zu Ende zu schreiben und auf kostbare gemeinsame Zeit verzichtet. Ihm ist diese Arbeit über „unsere“ Insel in großer Liebe und in Dankbarkeit gewidmet.

Bockhorn, Juli 1998