

## INTERPRETATION VON ÖKOLOGISCHEN KARTEN AM BEISPIEL DES ÄTNA

Mit 7 Tabellen und 2 Beilagen (VIII + IX)

DIETRICH J. WERNER

Herrn Professor Dr. Willi CZAJKA zum 75. Geburtstag gewidmet

*Summary:* Interpretation of ecological maps using Mount Etna as an example

In this paper maps of the small regional units (morpho-ecological units and ecotopes) of the upper parts of Mount Etna will be interpreted. Short descriptions of all units are given in advance. Degree of covering and frequency of the units in the mapped area are used as criteria for the ecological description and interpretation. Also arrangement, shape and size of the units and the location of the units in relation to others or in relation to the relief allow definite ecological statements. An interpretation like the one suggested only fragmentarily and in the form of a model in this study, is a good method to confirm the statements of field-research and to gain new complementary results.

*Vorbemerkung*

In einer größeren Arbeit über den Ätna hat der Verfasser dieses Aufsatzes die ursprünglich farbig angelegten Karten der ökologischen Landschaftseinheiten zum Druck umgezeichnet. Die Einfarbdruke dieser Karten haben viel von ihrem eigentlichen Gehalt und ihrer Aussagekraft verloren, da die Topographie vollkommen entfallen mußte. Die kartographischen Vorarbeiten für den nun vorliegenden Farbdruk (Beilagen) sind durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht worden<sup>1)</sup>.

Dieser Aufsatz stellt keine Zusammenfassung der größeren Arbeit des Verfassers (WERNER 1968) dar, sondern orientiert sich hauptsächlich an den Karten und deren Interpretation, in die auch eine ganze Menge von bisher unveröffentlichtem Material eingearbeitet worden ist.

„Die Erdoberfläche erscheint im Luftbild als ein Mosaik von Raumausschnitten verschiedener Größe, Form, natürlicher – und vom Menschen bewirkter – „Ausstattung“ (KLINK 1966, S. 1). Es ist die Aufgabe der Landschaftsökologie, dieses Mosaik mit seiner natürlichen Ausstattung zu analysieren und dabei zur besseren Veranschaulichung dieses Mosaik kartographisch darzustellen. Die Abgrenzungen der Raumausschnitte sind teilweise durch klare Leitlinien vorgegeben, teils aber müssen sie aus didaktischen Gründen künstlich gezogen werden, da sich gewisse Raumzusammenhänge anders schlecht differenziell fassen las-

sen. Sind die Raumeinheiten eines untersuchten Gebietes einmal kartographisch aufgenommen, so lassen sich neben der analytischen Geländeuntersuchung allein aus der Karte viele Gesetzmäßigkeiten erkennen und interpretieren. Die ökologische Kartierung dient somit nicht nur darstellerischen Zwecken, sondern unterstützt die ökologische Aussage durch Ergebnisse, die ohne Kartierung nur schwer erarbeitbar sind.

Am Beispiel des Ätna sollen nun gewisse Regelmäßigkeiten und Gesetzmäßigkeiten durch die Interpretation der Karten aufgezeigt werden. Die Interpretation wird einmal mit Hilfe von formalen Kennwerten wie Deckungsgrad, Frequenz, Flächengrößenordnung der Raumeinheiten durchgeführt, zum anderen erlauben Flächengröße, Flächenform und die Lage der Einheiten zueinander die Aussage bestimmter Gesetzmäßigkeiten.

*1. Formale Kennwerte von Raumeinheiten als Mittel der Interpretation*

Seitdem MARKUS (1930) erstmals mit den Kennwerten Deckungsgrad und Konstanz die Naturkomplexe von Kameslandschaften charakterisiert hat, haben PAFFEN (1953), SCHWICKERATH (1954) und HAASE (1964) verschiedene formale Kennwerte zur Beschreibung und Kennzeichnung der ökologischen Qualität von naturräumlichen Einheiten herangezogen. Besonders Deckungsgrad und Frequenz sind als wertvolle Kennwerte für ökologische Aussagen verwendet worden. Für die Raumeinheiten des Ätna sind der Deckungsgrad (D), die Frequenz (F) in ‰, jeweils bezogen auf die kartierten Teillandschaftsausschnitte, und daneben die Flächengrößenordnung als D/F-Quotient (HAASE 1964) bestimmt worden (Tabellen 1, 4 und 6).

Zur übersichtlicheren Darstellung werden außerdem der Deckungsgrad und die Frequenz in Stufen angeben. Der Deckungsgrad erscheint für die ökologische Kennzeichnung der Einheiten am Ätna als der entscheidende Kennwert und wird deshalb in der Stufen-darstellung in Tabelle 2 vor die Frequenz gestellt. Die Stufenfolge des Deckungsgrades wird nach PAFFEN (1953, S. 97) und die der Frequenz nach HAASE (1964, S. 20), beide leicht verändert, übernommen.

In den folgenden Abschnitten sollen die für die einzelnen Teillandschaftsausschnitte am oberen Ätna bestimmten Kennwerte der Raumeinheiten (Tabellen 1, 2, 4 und 6) interpretiert werden.

<sup>1)</sup> Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die zu Verfügung gestellte Sachbeihilfe herzlich gedankt. Besonderer Dank gilt auch Herrn H. WAHLE, Kartograph und Herrn W. KLUGE, beide Geographisches Institut Göttingen, für die kartographische Vorbereitung des Farbdruks.

Deckungsgrad		Frequenz		
Stufe	% Deckung	Stufe	Häufigkeit %	Abundanz
+	< 2,0%	+	1 Exemplar	einzeln
1	2,0-9,9%	1	< 5,0%	spärlich
2	10,0-24,9%	2	5,0-14,9%	mäßig oft
3	25,0-44,9%	3	15,0-29,9%	zahlreich
4	45,0-69,9%	4	30,0-49,9%	sehr zahlreich
5	70,0% und mehr	5	50,0% und mehr	massenhaft

## II. Die Karte der morphologisch-ökologischen Einheiten. – Ihr Inhalt und dessen Interpretation (Beilage VIII)

### 1. Morphologisch-ökologische Einheiten („Morphochoren“)

In der früheren Arbeit des Verfassers (WERNER 1968) wurden diese Einheiten im Einklang mit CZAJKA (1965), KLINK (1964, 1966) und DIERSCHKE (1965) noch als Physiotope bezeichnet. Auf Grund der daraufhin einsetzenden Diskussion (HAASE 1967), und um nicht neue Verwirrung bei der Verwendung des Begriffs Physiotope zu schaffen, werden diese Einheiten nun auf Anregung von HAASE morphologisch-ökologische Einheiten genannt.

Die Analyse und Kartierung solcher Einheiten wird besonders in stärker reliefierten Gebieten nicht zu vermeiden sein und dort die Grundlage jeder ökologischen Arbeit darstellen. Die morphologisch-ökologischen Raumeinheiten des Ätna entsprechen etwa den Ökotop-Komplexen (PAFFEN 1953), Ökotopgefügen (HAASE 1964) und Mikrochoren (NEEF 1963), sind aber Reliefseinheiten, die sich ökologisch weiter differenzieren. Der Unterschied liegt darin begründet, daß gerade bei den Arbeiten im stärker reliefierten Gelände (KLINK 1964, 1966; WERNER 1968) die Formen des Mesoreliefs den Ausgangspunkt der ökologischen Untersuchung darstellen, während bei Arbeiten in weniger reliefierten Gebieten die Ökotope und ihre Vergesellschaftung zu Ökotopgefügen die Grundlage bilden.

Tabelle 1: Deckungsgrad und Frequenz für die „Morphochoren“ des oberen Ätna, in % bezogen auf die einzelnen Teillandschaften<sup>3)</sup>  
Covering and frequency (both in per cent) of the morpho-ecological units of upper Mt. Etna related to the different regional units

	Zahl der Einheiten	Teillandschaft des Zentralkraterkegels				Teillandschaft der Calderen				Teillandschaft des Lavaterrains			
		Z	D	F	D/F	Z	D	F	D/F	Z	D	F	D/F
Zentralkraterkegel mit													
Subterminalkrater	2	2	10,8	8,0	1,35	.	.	.	.	.	.	.	.
Aschen- u. Lapilliflächen	8	8	30,8	32,0	0,96	.	.	.	.	.	.	.	.
Canalone	36	.	.	.	.	36	27,6	36,4	0,76	.	.	.	.
Serren	29	.	.	.	.	29	13,7	29,3	0,47	.	.	.	.
Pyroklastika-Erosions-													
hänge	109	.	.	.	.	.	.	.	.	109	36,4	29,1	1,25
Lavaerosionshänge	7	.	.	.	.	.	.	.	.	7	4,7	1,9	2,47
Altes Lavaterrain	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3,3	0,5	6,60
Kerbtäler	7	.	.	.	.	.	.	.	.	7	0,6	1,9	0,32
Lavaströme insgesamt	72	8	57,2	32,0	1,79	10	50,6	10,1	5,06	54	48,3	14,3	3,38
davon: L <sub>Ia</sub>	23	3	28,6	12,0	2,38	3	26,5	3,0	8,83	17	12,4	4,5	2,76
L <sub>Ib</sub>	6	5	28,6	20,0	1,43	1	0,5	1,0	0,50	.	.	.	.
L <sub>II</sub>	22	.	.	.	.	5	23,5	5,0	4,70	17	29,9	4,5	6,64
L <sub>III</sub>	12	.	.	.	.	1	0,1	1,0	0,10	11	4,3	2,9	1,48
L <sub>IV</sub>	4	.	.	.	.	.	.	.	.	4	0,1	1,1	0,09
L <sub>V</sub>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	5	1,6	1,3	1,23
Akkumulationsflächen	16	.	.	.	.	9	6,3	9,1	0,69	7	0,4	1,9	0,21
davon: A <sub>1</sub>	7	.	.	.	.	7	0,4	1,9	0,21	.	.	.	.
A <sub>2</sub>	9	.	.	.	.	9	6,3	9,1	0,69	.	.	.	.
Sekundärkegel	148	2	0,9	8,0	0,11	6	1,7	6,1	0,28	140	5,9	37,3	0,16
Bocchen und Spalten	50	2	0,2	8,0	0,03	9	0,1	9,1	0,01	39	0,3	10,4	0,03
Einsturzschächte	11	1	0,1	4,0	0,03	.	.	.	.	10	0,1	2,7	0,04

Z = Anzahl der Einheiten je Teillandschaft, D = Deckungsgrad, F = Frequenz, D/F = Flächengrößenordnung

<sup>3)</sup> Die verschiedenen Typen von „Morphochoren“, insbesondere die der Lavaströme, wie sie in den Tabellen 1 und 2 und dann fortlaufend im Text genannt werden, sind in der Legende der Kartenbeilage VIII in Kurzfassung erläutert.

Es sei hier zur Diskussion gestellt, ob man diesen morphographisch erfassbaren Typ von Ökotopgefügen kurz als „Morphochoren“ bezeichnen kann. Doch sind bisher leider nur wenige großmaßstäbige landschafts-ökologische Untersuchungen in stärker reliefierten Gebieten durchgeführt worden, um schon jetzt eine definitive Aussage machen zu können. Es soll jedoch im Rahmen der vorliegenden Abhandlung der Begriff „Morphochore“ wegen seiner Kürze als Arbeitsbegriff verwendet werden.

Die Aufnahme der „Morphochoren“ des oberen Ätna (Beilage VIII) ist unter Verwendung von zwei Blättern der amtlichen topographischen Karte 1:25 000, des Atlas des Ätna (W. SARTORIUS von WALTERSHAUSEN 1845), einer vulkanologischen Neukartierung des Istituto di Vulcanologia in Catania, mit Hilfe der Auswertung von Luftbildern und durch eigene Geländebefunde erfolgt. Außerdem sind die Arbeiten von SARTORIUS von WALTERSHAUSEN (1880), CUMIN (1954), CAMPIONE (1956/57), CUCUZZA-SILVESTRI (1957), SEMINARA (1958/59) und GAROZZO (1961/62) ausgewertet worden. Insgesamt wurden

Tabelle 2: Deckungsgrad und Frequenz in Stufen für die „Morphochoren“ des oberen Ätna  
Covering and frequency (both in degrees) of the morpho-ecological units of upper Mt. Etna

	Deckungsgrad/Frequenz			
	Zahl der Einheiten	Teillandschaft des Zentralkegels	Teillandschaft der Calderen	Teillandschaft des Lavaterrains
Zentralkraterkegel mit Subterminalkrater	2	2.2	.	.
Aschen- und Lapilliflächen	8	3.4	.	.
Canalone	36	.	3.4	.
Serren	29	.	2.3	.
Pyroklastika-Erosionshänge	109	.	.	3.3
Lavaerosionshänge	7	.	.	1.1
Altes Lavaterrain	2	.	.	1.1
Kerbtäler	7	.	.	+1
Lavaströme insgesamt	72	4.4	4.2	4.2
davon: L <sub>Ia</sub>	23	3.2	3.1	2.1
L <sub>Ib</sub>	6	3.3	+	.
L <sub>II</sub>	22	.	2.1	3.1
L <sub>III</sub>	12	.	+	1.1
L <sub>IV</sub>	4	.	.	+1
L <sub>V</sub>	5	.	.	+1
Akkumulationsflächen	16	.	1.2	+1
davon: A <sub>1</sub>	7	.	.	+1
A <sub>2</sub>	9	.	1.2	.
Sekundärkegel	148	+2	+2	1.4
Bocchen und Spalten	50	+1	+2	+2
Einsturzschächte	11	+	.	+1

etwa 200 km im Kartenbild dargestellt. Diese rein vulkanologisch-geomorphologische Aufnahme wird durch die ökologische Typisierung auf Grund des Grades der Aschen-, bzw. Feinmaterialbedeckung und des Standes der Boden- und Vegetationsentwicklung zu einer ökologischen Kartierung. Zur Erfassung der Vegetation als ökologischem Zeiger wurde neben eigenen Erhebungen die Arbeit von POLI (1964) benutzt. Die Kartierung wurde im Herbst des Jahres 1963 abgeschlossen und 1964 nur geringfügig ergänzt. Alle jüngeren Veränderungen seit 1963 im Landschaftsbild (neue Lavaströme und Ausbruchsstellen sowie Änderungen des Zentralkratersystems) sind nicht erfasst worden.

In den folgenden Abschnitten werden geordnet nach Teillandschaften die „Morphochoren“ des oberen Ätna vorgestellt, wobei eine Interpretation nach den in den vorherigen Kapiteln genannten Gesichtspunkten durchgeführt wird. In einer Teillandschaft werden allerdings nur diejenigen „Morphochoren“ besprochen, die entweder ausschließlich in dieser Teillandschaft vorkommen oder sich durch hohen Deckungsgrad auszeichnen. Die restlichen „Morphochoren“, die in allen Teillandschaften mit geringem Deckungsgrad, aber teilweise hoher Frequenz vorkommen, werden erst abschließend behandelt (siehe Beilage VIII).

## 2. Teillandschaft des Zentralkegels

Diese Teillandschaft umfaßt 23 Einheiten auf 8,9 qkm Fläche. An erster Stelle der charakteristischen Einheiten sind der Zentralkraterkegel mit dem sich ihm am NE-Hang anschmiegenden Subterminalkraterkegel (Deckungsgrad = D: 10,8%, Frequenz = F: 8,0%) zu nennen. Es fällt ins Auge, daß der Zentralkegel von einem Kranz von Einheiten umgeben ist, die nur in der nach ihm benannten Teillandschaft vorkommen (Aschen- und Lapilliflächen, Lavaströme Typ L<sub>Ib</sub>) und von solchen „Morphochoren“, die aus diesem Gebiet in andere Teillandschaften übergreifen (Lavaströme Typ L<sub>Ia</sub>). Die Lavaströme vom Typ L<sub>Ia</sub> sind die jüngsten kaum von Aschen bedeckten Laven der Jahre 1949 bis 1963 der Gipfelregion (D: 28,6%, F: 12,0%). Die Lavaströme vom Typ L<sub>Ib</sub> (D: 28,6%, F: 20,0%) sind ältere Laven (vor 1949 geflossen) mit nur noch teilweise erkennbaren Grenzen. Sie sind in unterschiedlichem Maße von Aschen und Lapilli eingedeckt. Die höchsten Kennwerte zeigen die Aschen- und Lapilliflächen (D: 30,8%, F: 32,0%), die in verschiedener Mächtigkeit sehr alte Laven im Untergrund bedecken. Die übrigen „Morphochoren“ haben nur stark untergeordneten Charakter.

Der Zentralkegel ist der direkte Ausgangspunkt aller vulkanischen Erscheinungen, die die Teillandschaft beeinflussen. Der Zentralkegel wechselt sich mit dem Subterminalkegel laufend in der eruptiven und effusiven Tätigkeit ab. Diese abwechselnde Dauertä-

tigkeit der beiden Krater, – manchmal sind auch beide gleichzeitig in Aktion –, besteht in der Hauptsache aus Dampfförderung, Aschen-, Schlacken- und Lava-wurftätigkeit verbunden mit Lavaeffusionen im Zentralkraterinnern oder am Fuß der beiden Kegel. Die ganze Region um den Zentralkegel herum ist, abgesehen von den jüngsten Lavaströmen, mit Aschen und Lapilli dieser Auswurf-tätigkeit bedeckt. Die Laven sind, je jünger desto weniger, mit vulkanischen Lockermassen überschüttet. Das Endstadium dieser Überschüttung bilden die reinen Aschen- und Lapilliflächen. Bei größeren Eruptionen und hohen Windgeschwindigkeiten gelangen die ausgeworfenen Aschen auch in größeren Entfernungen außerhalb der Teillandschaft zur Ablagerung.

Die vom Fuße der zentralen Kegel ausgehenden Effusionen äußern sich im Kartenbild in der radialen Anordnung der Lavaströme recht deutlich. Nur die jüngsten Laven, die seit 1949 geflossen sind und sich teilweise bis zu 5 km weit hinabgezogen haben, lassen noch ihren ganzen Verlauf erkennen.

Die Zentralkratererhebung steigt aus einem Plateau empor, welches mit Neigungen unterhalb 15° nach außen abfällt. An drei Stellen, nördlich des Torre del filosofo, südöstlich der Punta Lucia und westlich der Pizzi Deneri finden sich völlig ebene Flächen, die nach außen sogar wieder zu den drei genannten Punkten hin ansteigen. Die Außenbegrenzung dieses Plateaus wird von den Rändern zweier, heute bereits durch Aschen und Laven fast völlig zugefüllter Einbruch-Calderen gebildet. Noch vor etwa 100 Jahren, als SARTORIS von WALTERSHAUSEN seine Studien am Ätna durchgeführt hat, traten die Ränder dieser Calderen morphologisch viel deutlicher in Erscheinung. Die jüngere dieser Calderen ist vor rund 300 Jahren entstanden. Das Plateau ist ein Akkumulationsraum für das vulkanische Lockermaterial der zentralen Kegel. Die Aschen, die außerhalb des Plateaus zur Ablagerung gelangen, werden an den dort wesentlich steileren Hängen sehr schnell von den Niederschlägen abwärts transportiert, was der Physiognomie der Landschaft sofort ein anderes Bild gibt.

Diese letzte Tatsache, verbunden mit dem Befund, daß diese ehemaligen Calderenränder etwa der Obergrenze der Vegetationsbesiedlung entsprechen, veranlaßte den Verfasser dazu, die Calderenränder zur Abgrenzung der Teillandschaft heranzuziehen. Deshalb ist diese Teillandschaftsgrenze rein äußerlich zwar eine morphographische, jedoch inhaltlich eine ökologische Grenze, die die Aufstellung unterschiedlicher Einheiten zu beiden Seiten rechtfertigen sollte.

*Während somit die beiden zentralen Kegel durch ihre Dynamik landschaftsbestimmende Einheiten für die nach ihnen benannte Teillandschaft sind, werden der große Deckungsgrad und die hohe Frequenz der Aschen- und Lapilliflächen und der verschieden stark mit vulkanischem Feinmaterial überdeckten Laven eben durch diese Dynamik bedingt.*

### 3. Teillandschaft des Lavaterrains

Das Lavaterrain des kartierten Gebietes enthält 375 Einheiten auf 163,4 qkm Fläche. Nicht in diese Teillandschaft gehören die Lavaströme am Grunde des Valle del Bove, das als eigene Teillandschaft im nächsten Kapitel behandelt wird. Im Landschaftsbild fällt dem Betrachter der Kontrast zwischen den sterilen oder nur mit spärlicher Vegetation bedeckten Lavaströmen und den mit dichter Vegetation bestockten Hängen in der Teillandschaft des Lavaterrains auf. Diese Feststellung im Gelände läßt sich durch die hohen Kennwerte der entsprechenden Einheiten im Kartenbild bestätigen.

Die Pyroklastika-Erosionshänge nehmen 36,4% der kartierten Fläche ein. Mit diesem Ausdruck werden die durch Erosionsrinnen gegliederten Hänge bezeichnet, die eine mächtige Pyroklastikadecke<sup>2)</sup> über mehr oder weniger tief im Untergrund liegenden Laven tragen. Durchweg findet man die Endstadien der den Höhenstufen entsprechenden Vegetations- und Bodentypen auf diesen Hängen vor (siehe Kap. III. 1: Vegetationshöhenstufen und Beilage IX). Im Südtel des kartierten Gebietes ist die Vegetation allerdings vom Menschen in verschiedenem Grade beeinflusst worden.

Die Lavaströme (L) kommen zwar nicht nur in dieser Teillandschaft vor, nehmen aber hier 48,3% der Fläche ein und sollen deshalb in diesem Kapitel behandelt werden. Die Lavaströme sind in allen Teillandschaften die Einheiten, die flächenmäßig überwiegen. Sie werden, abgesehen von den bereits behandelten Laven der Teillandschaft des Zentralkegels, durch das vorherrschende Stadium von Vegetationsansiedlung und Bodenbildung typisiert. Die Vegetations- und Bodenentwicklungen auf ihnen hängen vom jeweiligen Grad der Feinmaterialanreicherung auf ihrer Oberfläche ab, der neben anderen Einflüssen besonders vom Alter der Laven bedingt ist. Somit stellen sich die Lavaströme in ihrer Ausstattung durch Vegetation und Böden als unterschiedliche Sukzessionsstadien wie folgt vor:

- LI (LIa) Junge Lavaströme der Jahre 1865, 1879, 1892, 1908, 1910, 1911, 1923, 1928, 1947, 1949, 1950/51, 1956–1963 ohne Vegetation und Bodenbildung
- LII Lavaströme mit dünner Feinmaterialauflage der Jahre 1614/24, 1646, 1651, 1759, 1763, 1766, 1780, 1787, 1792, 1809, 1811, 1819, 1832, 1852, 1879 mit Pioniervegetation (einzeln wachsenden Pflanzen) auf Rohböden.
- LIII Lavaströme mit stärkerer Feinmaterialauflage der Jahre 1566, 1607, 1610, 1634/36 und mehr

<sup>2)</sup> Als Pyroklastika bezeichnet man in der vulkanologischen Literatur die Lockerstoffe, die bei Eruptionen durch Gase in festem oder noch flüssigem Zustand ausgeworfen werden. Den Hauptbestandteil bilden die Aschen und sogenannten vulkanischen Sande.

oder weniger geschlossener Vegetationsdecke auf Rankern.

LIV Lavaströme der Jahre 1536 und 1537 mit dicker Feinmaterialauflage und dicht geschlossener Krautschicht auf Braunerde-Rankern.

LV Lavaströme der Ausbrüche des Monte Scavo (SW), der Monti Conconi (NE) und des Monte Nero delle Concazze (NE) mit mächtiger Feinmaterialauflage und dicht geschlossener Kraut- und Strauchschicht auf Ranker-Braunerden.

Um den unterschiedlichen Vegetationsentwicklungen in den einzelnen Höhenstufen gerecht zu werden, wurde bewußt eine allgemeinere Vegetationscharakterisierung vorgenommen. Alle genannten Lavaströme sind, soweit sie im kartierten Bereich liegen, in ihrer heute im Landschaftsbild erkennbaren Ausdehnung aufgenommen worden.

Als weitere Einheiten, die nur in dieser Teillandschaft des Lavaterrains allerdings mit niedrigen Kennwerten vorkommen, sind die Lavaerosionshänge, das Alte Lavaterrain und die Kerbtäler zu nennen. Die Lavaerosionshänge (D: 4,70%, F: 1,90%) sind steile, durch Erosionsrinnen gefurchte Hänge mit vorherrschend Lava- und Tuffresten, die teilweise von Lavaverwitterungsschutt verhüllt sind. Sie kommen nur an der Nordseite des oberen Ätna vor (NE-Hänge unterhalb Pizzi Deneri, Rocco della Valle und Serra delle Concazze, NW-Hang unterhalb der Punta Lucia). Durch physikalische Verwitterung und Abtragung sind an diesen steilen Hängen Lava- und Tuffrippen aus dem Untergrund herauspräpariert worden. Wegen der großen Abtragungswirkung und auf Grund der Höhenlage lassen sich hier nur Rohböden mit einzeln wachsenden Pflanzen finden.

Als Einheit des Alten Lavaterrains (D: 3,30%, F: 0,50%) werden sehr alte Laven an den mittleren und unteren Abhängen des Ätna mit stellenweise nur geringer Feinmaterialauflage bezeichnet. Die Grenzen dieser Laven sind im Gegensatz zu denen der vorher behandelten Lavaströme so stark verwischt, daß eine Zuordnung zu einzelnen Effusionsphasen nicht mehr möglich ist. Diese Einheiten, meist in ebener Reliefsituation gelegen, zeigen in sich eine starke Differenzierung von Vegetation und Böden (Rohböden bis Ranker-Braunerden). In der Beilage VIII ist das Alte Lavaterrain nur im NW am oberen Kartenrand vertreten, nimmt aber außerhalb des kartierten Bereichs größere Areale ein.

Die Kerbtäler (D: 0,60%, F: 1,90%) lassen sich nur an den Außenhängen der großen Caldera des Valle del Bove finden. Es sind tief eingeschnittene Täler, deren Anlage sehr wahrscheinlich durch tektonische Vorgänge beeinflusst worden ist.

Die übrigen Typen von „Morphochoren“ der Teillandschaft des Lavaterrains sind nicht nur für diese Teillandschaft typisch und treten auch nur mit geringen Deckungsgraden auf. Sie werden weiter unten gesondert behandelt.

Die Lavaströme und die Pyroklastika-Erosionshänge beherrschen zusammen, bezogen auf ihren Deckungsgrad, recht eindrucksvoll die Teillandschaft des Lavaterrains. Die Lavaströme sind mit Ausnahme der von den zentralen Kegeln ausgehenden Laven als Flanken- oder Lateraleffusionen zu bezeichnen. Es geschieht am Ätna im Mittel alle 10 Jahre, daß nach einer mehr oder weniger starken Explosivtätigkeit der zentralen Kegel unter Begleitung von Erdstößen eine Radialspalte an einer schwachen Stelle im Kegelmantel des Vulkans aufreißt, aus der dann an einer oder mehreren Stellen Lavaströme austreten. Häufig bilden sich auf dieser Spalte gleichzeitig oder anschließend Aschen- bzw. Schlackenkegel aus, die manchmal in einer Reihe hintereinanderliegen. Sehr eindrucksvoll verdeutlichen die Ausbrüche von 1892 und 1910 im S des kartierten Gebietes mit ihren perlschnurartig aufgereihten Kegeln diesen Tatbestand. Ein weiterer solcher Radialspaltenausbruch in jüngerer Zeit ereignete sich z. B. 1928 ENE vom Zentralkegel, als eine 6 km lange Spalte zwischen 2350 und 1200 m über N. N. aufriß, aus der sich mehrere lange Lavaströme ergossen haben.

Betrachtet man den Verlauf und die Ausdehnung der einzelnen Lavastrom-Einheiten, so läßt sich folgendes herausstellen. Einmal finden sich schmale, mehr oder weniger stark gewundene Laven unterschiedlicher Länge, zum anderen solche, die in der Nähe der Ausbruchsstelle schmal beginnen und sich dann aber flächenhaft sehr ausbreiten. Zur ersten Art gehören die Laven von 1923 und 1947 im N und die von 1780 und 1910 im S des kartierten Gebietes. Die Ströme von 1614/24 und 1759 im N und die von 1634/36, 1792 und 1892 im S kennzeichnen die zweite Art. Wie kommt es nun zu solchen unterschiedlichen Ausdehnungserscheinungen?

Die erste Art bilden kleinere Lavaströme, die mangels Magmennachschub sich nicht so breit und lang ausdehnen konnten, aber auch sehr lange, weit hinunterreichende Ergüsse, die mit ihrer Hauptmasse in Erosionsrinnen abwärtsgeflossen sind und an Hindernissen, wie Sekundärkegeln, sich in zwei oder mehrere Arme geteilt haben. Manchmal treffen diese Arme nach den Hindernissen wieder zusammen (Lava von 1780 im S und von 1928 im E).

Die zweite Art wird durch die Ausbrüche repräsentiert, die sowohl große Mengen an Magma in relativ langer Zeit (Lava von 1614/24 im N) förderten, als auch sich mit ihren Massen in relativ flaches Gelände ergossen haben, wo auf Grund der geringeren Fließgeschwindigkeit und den damit eintretenden Stauungen eine breitere Ausdehnung erfolgt ist. Größere Hindernisse werden allseitig umflossen und kleinere teils ganz, teils teilweise überfahren (Lava von 1892 im S).

Somit kann allein durch den physiognomischen Befund festgestellt werden, daß die Flächenformen und Flächengrößen der Lavaströme wenigstens teilweise

vom Relief abhängen, welches vor der Überdeckung vorhanden gewesen ist. Häufig liegen in den Lavaströmen Inseln älteren Lavaterrains oder Inseln, die aus Pyroklastikamaterial aufgebaut sind. Diese Inseln werden am Ätna „dagalas“ genannt. Sie sind ebenfalls durch den mit dem Relief verbundenen Fließvorgang unbedeckt gebliebene Einheiten anderer ökologischer Konsistenz.

Die Kennwerte der Lavaströmtypen für den Teillandschaftsausschnitt des Lavaterrains verdeutlichen die Sukzession von den jüngsten Lavaströmen ohne Vegetation ( $L_{Ia}$ ) über die verschiedenen Stadien der Vegetations- und Bodenentwicklung auf Laven ( $L_{II}$  bis  $L_V$ ) bis zu den Pyroklastika-Erosionshängen mit klimaxnaher Vegetation und entsprechenden Bodentypen. Es fällt allerdings auf, daß die Stadien  $L_{Ia}$  (D: 12,40%, F: 4,50%) und  $L_{II}$  (D: 29,90%, F: 4,50%) gegenüber den Stadien  $L_{III}$  bis  $L_V$  relativ hohe Kennwerte aufweisen. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Lage der Lavaströme  $L_{III}$  bis  $L_V$  im kartierten Gebiet, so wird in der Regel ihr randliches, zentralkegelfernes Auftreten deutlich. Nimmt man die Zentralkegelferne als Kriterium für das Auftreten dieser Lavatypen, indem man Kreisbögen mit wachsendem Radius um den Zentralkegel schlägt und die Flächenbedeckung dieser Lavaströme untersucht, so kann man den Flächenzuwachs statistisch erfassen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Flächenzunahme der Lavaströme (Typen  $L_{III}$  bis  $L_V$ ) im Verhältnis zur Zentralkegelferne  
Increase of the lava flow area (second to fourth stage) in relation to the distance of the central cone.

Entfernung vom Zentralkegel im km	Gesamtfläche von $L_{III}$ bis $L_V$ in qkm	Flächenzuwachs in qkm
2	0,00	0,00
4	0,75	0,75
6	4,25	3,50
8	6,30	2,05
10	9,70	3,40

Bei einer Kartierung der an das aufgenommene Areal anschließenden Gebiete würde die Flächenbedeckung der Laven vom Typ  $L_{III}$  bis  $L_V$  in noch wesentlich stärkerem Maße zunehmen, die Gesamtfläche der Typen  $L_{Ia}$  und  $L_{II}$  sich dagegen wesentlich verringern. Die Ursache dieser Feststellung liegt darin begründet, daß im Bereich des oberen Ätna die pro Zeiteinheit häufig fließenden jungen Laven die älteren Lavaströme überdecken, während durch die weite Fächerung der Ströme in tieferen Lagen und durch das relativ seltenere Hinabreichen von jungen Laven in diese Regionen ältere Lavaströme neben Pyroklastika-Erosionshängen flächenmäßig überwiegen.

Die Teillandschaft des Lavaterrains wird gekennzeichnet durch einen fortwährenden Landschaftswechsel, der sich einmal räumlich im „Nebeneinander“ von Lavaströmen unterschiedlichen ökologischen In-

halts bis zu den Pyroklastikahängen, zum anderen als zeitliches „Nacheinander“ durch die Sukzessionsfolge dieser genannten Einheiten äußert. Aus dem räumlichen „Nebeneinander“ läßt sich das zeitliche „Nacheinander“ mit großer Genauigkeit ableiten.

#### 4. Teillandschaft der Calderen

Der kartierte Ausschnitt beinhaltet 99 Einheiten auf 28,7 qkm Fläche. Zur Abgrenzung dieser Teillandschaft wird der morphologisch scharf ausgeprägte Rand zweier Einbruchscalderen (Valle del Bove, Valle di Calanna), die östlich der Zentralerhebung in den Kegelmantel des Vulkans eingesenkt sind, herangezogen. Die für diese Teillandschaft typischen Einheiten sind die Serren und Canalone, die die Calderenhänge einnehmen.

Als Serren (D: 13,70%, F: 29,30%) werden am Ätna die durch die Abtragung markant herausgearbeiteten Rücken, Mauern, Türme und Felsburgen an den Steilabhängen der Calderen bezeichnet. In ihrer Struktur mit wechselnden Lagen von Laven und Tuffen, die von Doleritgängen durchzogen werden, spiegeln sie den Stratovulkanbau des Ätna wider.

Canalone (D: 27,60%, F: 36,40%) ist der am Ätna gebräuchliche Ausdruck für die Schuttrinnen und Schutthänge zwischen den Serren. In diesen Schuttrinnen wird das von den Serren abwitternde Material durch Schwerkraft und Wasser abwärts bewegt. Am Hangfuß der Calderenhänge wird der in den Canalonen herabtransportierte Schutt in Form von Akkumulationsflächen (D: 6,30%, F: 9,10%) abgelagert, wobei auch ältere Lavaströme (z. B. die von 1792 und 1811) teilweise von mächtigen Schuttdecken überschüttet und eingeebnet worden sind.

Weiterhin sind auch die Lavaströme (D: 50,60%, F: 10,10%) durch ihren hohen Deckungsgrad in dieser Region kennzeichnend. Die Laven, die sich am Calderengrund mit ihren Massen übereinanderhäufen, haben ihren Ausbruchsort zum größten Teil am Westhang der Caldera oder sogar außerhalb der Teillandschaft in der Nähe des Zentralkegels. Nur wenige der Laven haben ihren Ursprung am Calderenboden selbst. In den letzten 300 Jahren haben 15 Lavaströme von z. T. mächtigen Ausmaßen den Calderengrund aufgehöhrt, so daß hauptsächlich Laven vom Typ  $L_{Ia}$  (D: 26,50%) und vom Typ  $L_{II}$  (D: 23,50%) vorherrschen, Laven vom Typ  $L_{III}$  nur 0,10% der Fläche einnehmen und solche der Typen  $L_{IV}$  und  $L_V$  sogar völlig fehlen.

Unter allen Einheiten erscheinen die Serren und Canalone als Charakterelemente der Calderen, deren Hänge besonders durch Verwitterung, Denudation und Erosion geformt werden, während der fast ebene Calderenboden hauptsächlich durch junge Laven gekennzeichnet wird.

5. „Morphochoren“, die geringe Deckungsgrade aufweisen und nicht nur in einer Teillandschaft vorkommen

An erster Stelle dieser Einheiten sind die Ausbruchsstellen zu nennen, wie sie sich in Kraterkegeln, Bocchen und Spalten äußern. Als Krater- oder Sekundärkegel werden alle sekundären Aschen- und Schlackenkegel oder deren Reste bezeichnet. Obwohl sie nur in geringer Flächendeckung, dafür aber in großer Häufigkeit auftreten, sollen sie hier eingehend behandelt werden, zumal sie der Landschaft am Ätna erst ihr echtes Gepräge geben. Die Typisierung der Kegel ist nach ihrer Form und ihrer Genese erfolgt. Alle Typen in diesem Zusammenhang zu beschreiben, würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Einige seien hier vorgestellt, weil auf sie im folgenden Text Bezug genommen wird.

Vom Normaltyp eines Kegels, wie er unter normalen Umständen bei einem Ausbruch entstehen kann (gleichmäßig geböschte Außen- und Innenhänge von 30–35° Neigung, gratartiger Kratertrand), lassen sich zwei Formenreihen ableiten. Die erste Formenreihe spiegelt die abtragungsbedingte Formung der Kegel wider, die in der kontinuierlich in der Zeit ablaufenden Einebnung durch Wind und Wasser zum Ausdruck kommt. Der Prozeß der Abtragung äußert sich durch die Erniedrigung und Abrundung des Kraterandes, die Auffüllung und Einebnung des Kraterbodens und die Abflachung der Kegelhänge. Die Formenreihe vom Normaltyp über die Abtragungstypen I bis III gibt die Abfolge von Stadien dieser Prozesse wieder. Die zweite Formenreihe zeigt die Stadien der Beeinflussung durch jüngere Lavaströme auf, welche ältere Kegel umfließen und damit ihre relative Höhe erniedrigen (Lavaeinebnungstyp I, nicht in der Legende der Beilage VIII ausgesondert). Wird der bergseitige Kratertrand eines am Hang liegenden Kegels von einer jüngeren Lava überwunden und die Lava dringt in den Krater ein, so liegt der Lavaeinebnungstyp II vor. Ragen nur noch Reste eines Kegels aus dem umgebenden Lavaterrain in Form von Hügeln heraus, wird vom Lavaeinebnungstyp III gesprochen.

Die 148 im kartierten Gebiet aufragenden Sekundärkegel oder deren Reste machen sowohl in ihrer Anordnung wie in ihrer Form und Größe einen sehr unterschiedlichen, ja verwirrenden Eindruck. Bleiben wir zuerst bei der Anordnung der Kegel. Es fällt einmal die schon früher erwähnte perlschnurartige Reihung von zwei bis sechs Kegeln an einigen Beispielen ins Auge, zum anderen lassen sich zwei Bereiche (im S und NE) herausstellen, wo sich viele Kegel auf engem Raum ballen. Andere Gebiete sind dagegen nur recht spärlich mit Kegeln besetzt. Zur statistischen Erfassung dieser Beobachtung sind in den Kegel-Ballungsräumen auf der Karte vier Kreise von je 10 qkm Flächeninhalt gezogen, die Zahl der Kegel ausgezählt

und deren Flächenbedeckung bestimmt worden. Die folgende Tabelle 4 gibt die ermittelten Werte wieder.

Tabelle 4: Anzahl und Deckungsgrad von Kraterkegeln in vier Ballungsräumen von je 10 qkm Fläche  
Number and covering of cinder cones in four agglomeration areas of 10 square km each

Fläche Nr.	Lage	Anzahl	Deckungsgrad %
1	S	18	14,3
2	S	16	14,4
3	NNE	21	12,6
4	ENE	16	16,6
Summe		71	Mittelwert 14,5

Angaben zu den Flächen:

Fläche 1 umfaßt den M. Vetore und die Kegel südlich davon.

Fläche 2 Montagnola und Kegel süd- bis südwestlich

Fläche 3 Kegel um den M. Umberto

Fläche 4 Kegel um die Mti. Sartorio

Aus der Tabelle 4 ergibt sich, daß bald die Hälfte aller Kegel in einem Gebiet von 40 qkm oder in ca. 20% des kartierten Areals liegen. Die restlichen 77 Kegel liegen in einem Raum von 161 qkm verteilt. Während in den vier Ballungsräumen der mittlere Deckungsgrad der Kegel 14,5 ist, liegt für das gesamte Gebiet der Wert bei 5,2%. Die vier Häufungsgebiete enthalten im Mittel 18 Kegel, im übrigen Terrain kommen durchschnittlich 4,8 Kegel auf eine Fläche von 10 km. Die Erklärung dieser Ballungsräume basiert darauf, daß es sich um Schwächezonen im Kegelmantel des Vulkans handeln muß, wo die Ausbrüche in relativ kurzen Abständen, im Gegensatz zu den stabilen Zonen mit wenig Ausbruchsstellen, stattfinden (RITTMANN 1964). So liegen z. B. die Ausbruchsorte der Laven von 1763, 1766, 1780, 1892 und 1910 in der Fläche 2 und die von 1646, 1879, 1911, 1923 und 1947 in der Fläche 3.

Die Größen der Basisflächen der Kraterkegel zeigen unterschiedliche Werte, die durchschnittlich bei 6,9 ha liegen. Die Tabelle 5 gibt die Größenverteilung der Kegel auf Grund der Größe der Basisflächen wieder.

Tabelle 5: Größenklassen der Kraterkegel mit Hilfe der Basisflächengröße  
Size groups of cinder cones being based on the cone bases.

Basisflächen- größe in ha	Anzahl
< 2,0	48
2,0– 3,9	27
4,0– 5,9	18
6,0– 7,9	14
8,0– 9,9	7
10,0–19,9	26
20,0–39,9	6
> 40,0	2
148	

Der Tabelle 5 kann man entnehmen, daß über die Hälfte aller Kegel eine Basisfläche kleiner als 4 ha hat. Es gibt somit am Ätna sehr viel kleine und nur wenig große Kegel. Der größte Sekundärkegel des kartierten Gebietes, der M. Frumento delle Concazze im NE überspannt bei einem Basisdurchmesser von etwa 870 m eine Fläche von 60 ha. Interessant ist die mittlere Basisflächengröße in der Abtragungsreihe der Kegel:

Normaltyp bei 30 Kegeln im Mittel 9,4 ha,  
 Typ I bei 17 Kegeln im Mittel 9,1 ha,  
 Typ II bei 21 Kegeln im Mittel 6,3 ha,  
 Typ III bei 33 Kegeln im Mittel 1,4 ha.

Eigentlich gäbe erst das Verhältnis der Kegelhöhen zu den Basisflächen den richtigen Eindruck der Abtragungs- und Einebungsvorgänge, jedoch zeigt auch die oben angegebene Aufstellung der Basisflächen besonders zwischen den Abtragungstypen I, II und III eine annehmbare Korrelation. Die relativen Höhen der Kegel sind meist schwierig anzugeben, da die Kegel im bearbeiteten Gebiet häufig am Hang liegen. Kegelhöhen von 50 m sind aber keine Seltenheit. Der größte Kegel, der M. Frumento delle Concazze hat eine mittlere relative Höhe von rund 200 m. Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Teil des Kraterrandes und dem talseitigen Fuß beträgt bei diesem Kegel ca. 350 m.

Während die Kraterkegel die Landschaft am Ätna in starkem Maße differenzieren, sind die übrigen Ausbruchsstellen nur von untergeordneter Bedeutung. Die *Bocchen* sind die kleinen Ausbruchöffnungen, über denen sich keine Aschen- oder größeren Schlackenkegel erheben. Sie sind die Zeugen einer sehr kurzen Ausblaspungsphase bei einer Eruption. Als *Bocchen* (ital.: *bocca* = Mund, Mündung, Öffnung) werden aber auch die Austrittsöffnungen von Lavaströmen bezeichnet. Es sind zumeist Hohlformen im Gegensatz zu den Sekundärkegeln, die als Vollformen in Erscheinung treten. Die *Spalten* sind vulkanotektonische Öffnungen im Kegelmantel des Ätna und meist mit den *Bocchen* vergesellschaftet. Sie äußern sich als mehr oder weniger langgestreckte, aber schmale „Gräben“. Teilweise können sowohl die *Bocchen* wie die *Spalten* randlich mit niedrigen Schweißschlackenwällen besetzt sein (Übergang zum Typ der Schweißschlackenkegel).

Die *Einbruchsschächte* sind ebenfalls vulkanotektonische Einheiten in der Gestalt von runden bis ellipsoiden Einsturzhohlformen mit senkrechten Wänden. Sie sind ebenfalls im Zusammenhang mit *Spalten* zu betrachten, da sie in ihrer Lage meist an solche gebunden sind.

Als letzter Typ von „Morphochoren“ sind noch die *Akkumulationsflächen* abzuhandeln, die ebenfalls sowohl zahlen- als auch flächenmäßig stark zurücktreten. Betrachtet man die Karte, so lassen sich die *Akkumulationsflächen* einmal nur dort finden, wo unterhalb von steileren Hängen sehr flaches Terrain

vorhanden ist, zum anderen am bergseitigen Fuß von größeren Hindernissen (Kraterkegeln) und drittens dort, wo der Auslauf von größeren Tälern oder Rinnen durch Lavaströme plombiert ist. Nur in der Teilandschaft der Calderen, dort als Schuttflächen ausgebildet, nehmen die *Akkumulationsflächen* ein beachtliches Terrain ein, während sie sonst als *Pyroklastikaflächen* ausgebildet sind. Alle *Akkumulationsflächen* tragen im Gegensatz zu den *Pyroklastika-Erosionshängen* offenere Vegetationsgesellschaften auf Rohböden bis Rankern.

### III. Die Karte der Ökotope. – Ihr Inhalt und Interpretation (Beilage IX)

Der Begriff *Ökotope* wird im Sinne von TROLL (1950), PAFFEN (1953), NEEF (1963), HAASE (1964) und KLINK (1966) für die kleinste landschaftliche Raumeinheit verwendet. Eine Interpretation der Karte der *Ökotope* mit Hilfe von *Ökotoptypen* würde am Ätna in vielen Fällen zu wenig sinnvollen Aussagen führen, da die *Ökotope* nicht wie bei PAFFEN (1953) und HAASE (1964) zu *Ökotoptypen* oder *Ökotoptypen* gruppiert sind, sondern Einheiten darstellen, die jeweils „Morphochoren“ zugeordnet sind und diese weiter differenzieren. Außerdem sind dadurch, daß das kartierte Gebiet am Ätna vier Vegetationshöhenstufen überstreicht, eine solche Fülle von Einheiten vorhanden, die sich durch Kennwerte kaum ordnen lassen.

Nur durch die Kombination von Farben und Raster ist es erst gelungen, die Vielzahl der *Ökotope* zur Darstellung zu bringen. Die Farben dienen dabei zur Bezeichnung der „Morphochoren“, die Raster zur Kenntlichmachung der Vegetation mit den zugeordneten Böden. Eine Ausnahme bilden die *Erosionsrinnen*, die durchgehend ohne Raster koloriert sind, obwohl sie das den verschiedenen Höhenstufen entsprechende *Pionierpflanzenstadium* tragen.

Die ökologische Differenzierung der „Morphochoren“ in *Ökotope* ist für einen Ausschnitt von 11,5 qkm aus der Teilandschaft des Lavaterrains im Maßstab 1:10 000 kartographisch erstellt worden (Beilage IX). Dieser Ausschnitt ist in der Karte der „Morphochoren“ (Beilage VIII) lokalisiert. Als Indikatoren für die Kartierung dienen in erster Linie Vegetation und Böden, daneben Mikrorelief und Substrat<sup>3)</sup>. Als Kartierungsunterlage dieser ökologischen Aufnahme wurde eine Ausschnittsvergrößerung der Karte 1:25 000 verwendet.

Zur Höheneinordnung des Gebietes sei festgestellt, daß der tiefste Punkt im SE bei 1350 m und der höchste im WSW bei 2400 m über N. N. liegt. Die allgemeine Abdachung des kartierten Bereichs erfolgt nach

<sup>3)</sup> Durch sechs Landschaftsprofile, aufgenommen im Maßstab 1:2500, wurde in der früheren Arbeit des Verfassers die ökologische Kartierung ergänzt.

E. Die Hänge haben im unteren östlichen und nord-östlichen Teil Hangneigungen von 5 bis 10°, im oberen westlichen Teil von 15 bis 30°.

In der Tabelle 6 sind die Deckungsgrade für die vier Vegetationshöhenstufen und für die „Morphochoren“ des kartierten Ausschnitts zusammengestellt. Diese Werte sollen der Ansatzpunkt zu der nun folgenden Erläuterung der Ökotopekarte sein.

Tabelle 6: Deckungsgrade der Vegetationshöhenstufen und der „Morphochoren“ in der Ökotopekarte  
Covering of the altitudinal vegetation belts and covering of the morpho-ecological units within the ecotope-map

Höhenstufen:	
Pionierpflanzenstufe ( <i>Rumici-Anthemidetum</i> <sup>4</sup> ) <i>aetnensis</i> auf alpiner Ramark)	4,4%
Tragantpolsterstufe ( <i>Astragaletum siculi</i> <sup>4</sup> ) auf alpinem Ranker und Polsterbraunerde)	22,3%
Buchen-Birken-Buschwaldstufe ( <i>Fagion silvaticae</i> auf typischer Braunerde)	18,1%
Kiefernwaldstufe („ <i>Pinetum</i> “ auf Parabraun- erde-Braunerde)	55,2%
	100,0%
„Morphochoren“:	
Lavaerosionshänge	11,9%
Pyroklastika-Erosionshänge	47,2%
Kerbtäler	0,8%
Akkumulationsflächen	0,7%
Lavaströme	25,4%
davon eine Lava Typ L <sub>V</sub>	4,2%
zwei Laven Typ L <sub>I</sub> :	
von 1865	14,6%
von 1928	6,6%
Sekundärkegel	12,9%
Bocchen, Spalten und Einbruchsschächte	1,1%
	100,0%

## 1. Die Vegetationshöhenstufen

Die Höhenstufen sind bei der ökologischen Kartierung Einheiten besonderer Art, die sich nicht in die Folge der Einheiten Ökotope, „Morphochore“, Teillandschaft einpassen lassen (WERNER 1968, S. 64). Sie sind zonale Einheiten, die quer durch „Morphochoren“ und Teillandschaften hindurchgehen. Doch erlauben sie erst eine Aussage über den Boden- und Vegetationsinhalt der in den einzelnen Stufen liegenden „Morphochoren“ und Ökotope.

Die durch den kartierten Ausschnitt erfaßte Region ist eine der Zonen am Ätna, in der die Vegetation am wenigsten degradiert ist. Die einzelnen Pflanzengesellschaften der Höhenstufen sind in ihrer klimanahen Ausbildung besonders auf den Pyroklastika-Erosionshängen anzutreffen. Es sollen nun die verschiedenen Höhenstufen, ihre Abgrenzung, und wie sie in das

ökologische Gefüge eingreifen, an Hand des Kartenbildes in einigen Beispielen erläutert werden.

### a) Die Pionierpflanzenstufe (*Rumici-Anthemidetum aetnensis* auf alpiner Ramark)

Die Pionierpflanzenstufe, als oberste Vegetationsstufe, hat normalerweise ihre Untergrenze bei 2500–2550 m, im aufgenommenen Gebiet dagegen pendelt die Grenze um 2200 m und geht im südlichen Teil auf etwa 2100 m herab. Als Begründung für das Absinken der Untergrenze in diesem Raum um mehr als 300 m läßt sich die Steilheit der Hänge und damit verbundene hohe Grad der Abtragung angeben, so daß die Pionierpflanzen, meist endemische Arten wie *Rumex aetnensis* und *Anthemis aetnensis*, hier für sie günstige ökologische Bedingungen vorfinden. Die Polster von *Astragalus siculus*, die in dieser Höhenlage eigentlich vorherrschen müßten, finden sich nur vereinzelt an besonders geschützten Standorten. Die Pionierpflanzen bevorzugen die steilen, felsigen Rücken aus erodierten Lavaresten (siehe Abschnitt Lavaerosionshänge in Kap. II. 3.), während die Polster meist Lavaschutt- und Pyroklastikahänge einnehmen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die Untergrenze des Pionierpflanzenwachstums häufig mit der Untergrenze der erodierten Lavareste zusammenfällt. An besonders bevorzugten Standorten kommen auch noch unterhalb der geschlossenen Verbreitung inselhaft Pionierpflanzenareale vor, ebenso wie oberhalb Areale mit Polsterbeständen auftreten. Die Böden dieser Höhenstufe sind der alpinen Ramark, teilweise in der Ausbildung als Hamada-Ramark, mit dem typischen (A)C-Profil zuzuordnen.

### b) Die Tragantpolsterstufe (*Astragaletum siculi* auf alpinem Ranker bis Polsterbraunerde)

Diese Stufe mit der bestandesbildenden Dornpolsterpflanze *Astragalus siculus* schließt unterhalb der Pionierpflanzenstufe an und pendelt mit ihrer Untergrenze im Arbeitsgebiet meist um 1900 m. Die Untergrenze liegt im N, wo die nächst tiefere Stufe infolge des Vorkommens einer nahe der Oberfläche liegenden, wenig von Pyroklastikamaterial bedeckten, alten Lava ausfällt, bei 1800 m. Sie steigt westlich des M. Corvo auf etwa 1900 m an, überquert den Sattel zwischen dem M. Zappinazzo und dem M. Frumento delle Concazze, schneidet den unteren Osthang des letzteren Kegels und zieht südlich der Lava von 1928 auf rund 2000 m hinauf. Im Verlauf der Untergrenze dieser Stufe tritt also der Fall auf, daß die Grenze den Hang eines Sekundärkegels quert und somit diese „Morphochore“ mit dem Unterhang in der Buchen-Birkenstufe, mit dem Mittelhang in der Polsterstufe liegt. Auch diese Untergrenze zeigt außer der großen Schwankung von 200 m eine Reihe von kleinen Schwingungen um 10 bis 50 m auf engstem Raum, je nach den ökolo-

<sup>4</sup>) Die Bezeichnung der Gesellschaften *Rumici-Anthemidetum aetnensis* und *Astragaletum siculi* erfolgte nach POLI 1964.

gischen Bedingungen. Ebenfalls finden sich inselhaftes Vorkommen von kleinen niederwüchsigen Birkenbuschbeständen oberhalb der Grenzlinie des geschlossenen Auftretens, wie reine *Astragalus*-areale unterhalb.

Die das Bild dieser Stufe beherrschenden Tragantpolster gedeihen vornehmlich auf den lockeren, leicht erodierbaren Böden aus Aschen und vulkanischen Sanden. Diese Pflanzen können mit ihrem Polsterwuchs durch Festhalten des Lockermaterials in den Polstern der Abtragung standhalten. Sie wachsen, bildhaft gesehen, richtig gegen die Abtragung an. Die Böden dieser Höhenstufe sind klimatisch unterschiedlichen Bodentypen zuzuordnen, wobei die Spanne zwischen einem alpinen Ranker bis zu einer Braunerde reicht. Der Ranker, nur in den oberen Höhenlagen anzutreffen, verbraunt mit abnehmender Höhenlage immer mehr und geht im unteren Teil der Höhenstufe in eine Braunerde über, die ihren  $B_v$ -Horizont nur kissenartig unter den einzelnen Polstern hat, während er zwischen den Polstern ausfällt. Es wird hier deshalb von einem besonderen Typ, der Polsterbraunerde, gesprochen.

#### c) Die Buchen-Birkenstufe

(zum *Fagion silvaticae* gehörig auf typischer Braunerde)

Obwohl diese Stufe zum *Fagion silvaticae* gerechnet werden muß, treten nur vereinzelt Buchen auf. Die Birken (*Betula aetnensis*) sind im kartierten Gebiet bestandesbildend. Ein Grund für das weitgehende Fehlen der Buchen und das bessere Gedeihen der endemischen Birken könnte der in dieser Zone häufig fallende, durch vulkanische Gase hervorgerufene saure Regen sein (WERNER 1968, S. 6). Der Birken-Buschwald nimmt in der Karte ein relativ schmales Areal ein und fehlt nördlich des M. Corvo, wie im vorigen Kapitel erläutert, ganz. Dort grenzt die Polsterstufe direkt an die Kiefernstufe. Die Untergrenze der Birkenstufe liegt bei etwa 1700 m, je nach den ökologischen Gesamtbedingungen mal darüber, mal etwas darunter.

Bestandesbildend ist ein Buschwald, in dem neben der Ätna-Birke ein Ginster (*Genista aetnensis*) auftritt, stockend auf dem lockeren Boden einer Braunerde mit stark verbrauchtem  $B_v$ -Horizont. In offenen Beständen findet sich stets *Astragalus* als Unterwuchs. Im obersten Bereich des inselhaften Vorkommens gedeihen die Birken als flach niederliegendes Zwergholz, ähnlich dem Latschen-Knieholz in den Alpen. Weiter abwärts und an geschützten Stellen wachsen sie in Buschform und an noch tiefer liegenden Standorten in Baumform. Diese Wuchsformenreihe einer Art gibt den Wechsel der Klimabedingungen, auch des Topoklimas gut wieder. An den feuchteren Rändern der Erosionsrinnen und der größeren Täler ziehen die Birken, vereinzelt auch Buchen, in die Stufe der Kiefernwälder hinunter. Aus Generalisierungs-

gründen konnte das Hinabsteigen der Birken in tiefere Lagen nur im Valle Serracozzo kartographisch dargestellt werden.

#### d) Die Kiefernwaldstufe

(„*Pinetum*“ auf Parabraunerde-Braunerde)

Die Kiefernwälder (*Pinus laricio*) des kartierten Raumes gehören zu den größten des Ätna. Die gesamte Höhenstufe nimmt über die Hälfte des Gebietes, insgesamt 627 ha ein. Davon sind allerdings nur 257 ha Kiefernwälder. Die restlichen 370 ha werden zur Hauptsache durch die Ausbruchsmassen der Jahre 1865, 1928 und einer wesentlich älteren Lava bedeckt. Vor den beiden letzten Ausbrüchen war schätzungsweise, da der genaue Verlauf der älteren Lava dort, wo sie jetzt von der 1865er Lava überdeckt wird, nicht bekannt ist, 150 ha mehr Kiefernwald im kartierten Gebiet vorhanden als heute. Der Wald ist, je nach dem forstlichen Nutzungsgrad, ein mehr oder weniger dicht stehender, hochstämmiger Bestand, der an lichten Stellen einen Unterwuchs von Ätnaginster aufweist. In den unteren, gerade am südöstlichen Kartenrand auftretenden Höhenlagen mischen sich schon sommergrüne Eichen (*Quercus pubescens* und *Quercus cerris*) in den Kiefernwäldern ein und deuten damit die nächst tiefere, in der Kartierung nicht mehr auftretende Stufe an. Der für diese Höhenstufe unter den Kiefernbeständen charakteristische Boden ist eine Parabraunerde-Braunerde.

Die beiden jungen Lavaströme dieser Stufe sind zum größten Teil noch frei von jeder Vegetationsbesiedlung, nur an wenigen durch Aschen- und Lavasandaufgaben begünstigten Stellen treten schon die Pflanzenarten des ersten und zweiten Sukzessionsstadiums dieser Höhenstufe auf (siehe Tab. 7). Daß sowohl die Kegel wie die Lava des Ausbruchs von 1865 in diese Stufe hineingehören, verdeutlichen die ersten jungen Kiefern, die auf beiden Standorten schon Fuß gefaßt haben. Die Lava vom Typ  $L_v$  trägt bereits ein sehr weit fortgeschrittenes Stadium der Vegetationsbesiedlung auf Ranker-Braunerde.

## 2. Die ökologische Differenzierung der „Morphochoren“ in Ökotope

Alle Ökotope der Beilage IX einzeln zu beschreiben und zu interpretieren, würde weit über das für diesen Aufsatz gesetzte Maß hinausgehen. Es mußte deshalb eine Methode gesucht werden, um die Einheiten hinreichend zu kennzeichnen. Bezüglich der Beschreibung der „Morphochoren“, denen alle Ökotope zugeordnet sind, kann auf die entsprechenden Abschnitte in Kapitel II verwiesen werden. Die Pflanzengesellschaften und Böden, die die einzelnen Ökotope ausstatten, bestimmen die ökologische Qualität der Einheiten und entsprechen den jeweiligen Sukzessionsstadien der Entwicklung bis zum Klimaxstadium der einzelnen Höhenstufen. Ebenso, wie es für die Lavaströme eine

Tabelle 7: Höhenstufen und Sukzessionsstadien zur Kennzeichnung der Ökotope des oberen Ätna  
 Altitudinal vegetation and soil belts with the stages of succession for the characterization of the ecotopes of upper Mt. Etna

Höhe über NN.

		Rumici-Anthemidetum auf Ramark				
2200	Vegetationsloses Stadium ohne Bodenbildung	artenreicheres Rumici-Anthemidetum auf Silikat-Syrosem	Initial-Astragaletum auf Protoranker	Astragaletum auf Ranker	Astragaletum auf Ranker-Braunerde	Astragaletum auf Polster-Braunerde
1900		artenreiches Rumici-Anthemidetum auf Silikat-Syrosem	artenreiches Initial-Astragaletum auf Protoranker	Betula-Astragalus-Stadium auf Ranker	Genista-Betula-Stadium auf Ranker-Braunerde	„Betuletum“ auf typ. Braunerde
1700		Rumex-Scrophularia-Stadium auf Silikat-Xero-Syrosem	Astragalus-Secale-Stadium auf Protoranker	Pinus-Genista-Stadium auf Ranker	Genista-Pinus-Stadium auf Ranker-Braunerde	„Pinetum“ auf Parabraunerde
1350						
						Entwicklungsfolge

Sukzessionsfolge in der Vegetationsansiedlung und Bodenbildung gibt, ist eine weitgehend ähnliche Entwicklungsreihe auch für Kraterkegel und Akkumulationsflächen anzuwenden, wobei auf diesen die Neuan siedlung wesentlich schneller vorangehen kann als auf den Laven. Allerdings ist die Vegetationsweiterentwicklung auf den Hängen der Kegel wegen ihrer Steilheit und der damit verbundenen Erosionsanfälligkeit gehemmt. Die Hangneigungen der Kegel sind somit maßgebend dafür, welche Pflanzengesellschaft auf ihnen wächst.

Zur Kennzeichnung der einzelnen Ökotope soll aus diesen Gründen die Tabelle 7 dienen, die die klimax-nahen Pflanzengesellschaften und die zu ihnen hinführenden Sukzessionsstadien für die einzelnen Höhenstufen im kartierten Gebiet enthält. Zur Abgrenzung der Höhenstufen gegeneinander werden in der Tabelle die mittleren Werte der in Kap. III. 1. angegebenen Höhen verwendet.

Im folgenden Abschnitt soll am Beispiel einiger charakteristischer „Morphochoren“ deren ökologische Differenzierung vorgetragen werden. Es werden jeweils Beispiele der drei flächenmäßig dominierenden Typen von „Morphochoren“ (siehe Tab. 6) besprochen.

#### a) Pyroklastika-Erosionshänge

Die Hänge im Untersuchungsgebiet, an denen hauptsächlich Abtragung und etappenweiser Weitertransport des Lockermaterials erfolgt, bestehen in der Regel aus Pyroklastika (Aschen, Lapilli und vulkanischen Sanden). Flächenmäßig stark untergeordnet werden sehr alte Lavastromreste aus dem Untergrund herauspräpariert. Betrachtet man die Karte, so fällt auf, daß eine große Zahl von Erosionsrinnen die Pyroklastikahänge in schmale Rücken oder breitere Hangpartien aufgelöst hat. Die Rinnen liegen die meiste Zeit des Jahres trocken und führen nur bei Schnee-

schmelze und nach größeren Regenfällen kurzzeitig Wasser. Die tieferen Abhänge im Bereich der Kiefern bis hinauf zur Birkenstufe erscheinen weniger ökologisch differenziert zu sein. Dies liegt einmal an den schon oben angegebenen Darstellungsschwierigkeiten für die sehr schmalen, oft nur eine Buschreihe umfassenden Birkenstreifen längs der Rinnen im Kiefernwald, zum anderen auch daran, daß hier die Hänge wesentlich flacher und daher weniger der Erosion ausgesetzt sind. Die Pyroklastika-Erosionshänge vom oberen Teil der Birkenstufe an aufwärts mit ihren größeren Neigungen geben schon ein differenzierteres Bild. Besonders an steileren und felsigeren Hangpartien herrschen Bestände mit Pflanzenarten der höheren Vegetationsstufe vor.

Allgemein ausgedrückt kann man feststellen, daß die Pyroklastika-Erosionshänge ökologisch am stärksten durch Hangneigung, Abtragungsvorgänge und geländeklimatische Einflüsse (Schutzlage) differenziert werden.

#### b) Lavaströme

Die beiden Lavaströme der Ausbrüche der Jahre 1865 und 1928 repräsentieren sehr eindrucksvoll die beiden schon in Kap. II. 3. dargestellten Typen von Lavaströmen, die Lava von 1865 den breit ausladend geflossenen Typ und die von 1928 den schmalen, sich verzweigenden und wieder zusammenfließenden Typ. Der ältere Ausbruch von beiden Laven förderte einmal mehr Lavamasse und ergoß sich außerdem in relativ sanft geneigtes Gelände, während bei der jüngeren Effusion weniger Magmenmassen in steilerem Gelände geflossen sind. Die Lava von 1928 ist meist in Erosionsrinnen zu Tal gegangen, aber auch die von 1865 hat einen kurzen, schmalen Arm in einer Rinne eine kleine Strecke abwärts geschickt. War bei dem 1865er Ausbruch als einziges Hindernis die sehr alte Lava (Typ Lv) teilweise schwer zu überwinden, wie der als Insel oder Dagala umflossene Lavarest im NE zeigt, so haben sich dem relativ massenärmeren Strom von 1928 eine ganze Reihe von kleineren und größeren Hindernissen entgegengestellt, was die vielen mit Birken oder Kiefern bestandenen Dagalen beweisen.

Gerade die beiden jungen Lavaströme vermitteln durch die erst an wenigen Stellen erfolgte Vegetationsansiedlung einen Einblick, wie diese Besiedlung erfolgt und welches die Vorbedingungen dazu sind:

Die Laven bilden in Abhängigkeit von der Viskosität, dem Gasgehalt, der Abkühlungsgeschwindigkeit und der Art des Fließens im Gelände einen eigenen Formenschatz aus. Vier von diesen Fließ- und Erstarrungs-Formtypen, die wichtigsten, kommen bei beiden Laven im Untersuchungsgebiet vor: *Brockenlavaflächen*, *Schollenlavaflächen*, *Lavawälle* und *Lavakanäle*. Während die beiden ersten Formtypen aus der vulkanologischen Literatur hinreichend bekannt sind, müssen die beiden letzten kurz erläutert werden. Lavawälle sind lang-

gestreckte, meistens die Fließrichtung angegebene Rücken, die sich ein bis mehrere Meter über das Lavaströmniveau erheben und häufig auch als Randwälle ausgebildet sind. Die Lavakanäle dagegen stellen Rinnen im Lavaström dar, in denen die Hauptmasse des Magmas abwärts geflossen ist. Diese Rinnen haben mehr oder weniger steile Wände und dienen später als Abflußbetten nach größeren Regenfällen.

Betrachtet man einmal die Lava von 1928 in der Karte, so fällt auf, daß die wenigen Stellen, die schon von Pionierpflanzen besiedelt sind, fast nur randlich oder in Zungen, vom Rand und von Dagalen ausgehend, auftreten. Es sind Standorte, wo der Lava fremdes Feinmaterial von außerhalb aufgespült worden ist. Die feinen, teilweise vorverwitterten Pyroklastikamassen bilden die Grundlage für jede Vegetationsansiedlung von höheren Pflanzen auf Lavaströmen, mögen sie aufgespült, aufgeweht oder durch einen Aschenauswurf in der Nähe aufgetragen worden sein. Nur Flechten und Moose vermögen sich vorher schon anzusiedeln. Z. B. ist der Aschen- und Lapilliauswurf des Ausbruchs von 1865, der noch nach dem Aufhören der Lavaeffusion andauerte und die frische Lava östlich der Kegel bedeckte, die Grundlage für die relativ großflächige Besiedlung dieses Lavaabschnitts mit Pionierpflanzen. Der größere Teil dieses Lavaströmes, der unbedeckt blieb, ist auch heute noch fast völlig steril, wenn man von dem Flechtenbewuchs absieht.

In den Lavakanälen kommt es ebenfalls schnell zu einer Erstbesiedlung mit Pflanzen, besonders dann, wenn bei geringem Gefälle es zur Einschwemmung von Lockermaterial kommt. Die steileren Partien der Lavakanäle, die manchmal wie ausgeschliffen wirken, lassen wegen der starken Erosionsleistung der gelegentlich abkommenden Wässer keine Ansiedlung zu. Ebenso werden die Lavawälle, als über das allgemeine Lavaniveau aufragende Erhebungen, durch die leichte Erosionsanfälligkeit der an ihnen angewehten Feinerdebestandteile erst relativ spät zum Ansatzpunkt einer Besiedlung.

#### c) Sekundärkegel

Die Sekundärkegel jüngerer Entstehung lassen noch einen Krater oder dessen aufgefüllten Rest erkennen, wobei man Innen- und Außenhänge unterscheiden muß. Da die Innenhänge, von denen der jüngsten Kraterkegel abgesehen, meistens nicht mehr so steil wie die Außenhänge sind und sich der Kraterboden schnell mit Feinmaterial anfüllt, muß die ökologische Qualität der Innenhänge von der des Kraterbodens und von der der Außenhänge abweichen. Diese Beobachtung wird sehr gut durch die ökologische Differenzierung des *M. Frumento delle Concazze*, des größten Kegels im Untersuchungsgebiet, bestätigt. Während die ökologische Anordnung am Innenhang dieses Kegels mehr konzentrisch verläuft, ist der Außenhang dem Gefälle entsprechend stärker linear gegliedert. Durch seine große Höhe ist der genannte Kegel, trotz

seines sicher sehr hohen Alters, im oberen Teil der Hänge mit Hangneigungen um 30° noch sehr steil und bietet der Vegetation daher nur geringe Ansatzmöglichkeiten. Durch die den Kegel umlaufenden Erosionsrinnen werden sogar an der NW- und SE-Seite die unteren Teile seiner Unterhänge steilgehalten. Mit dieser Art der Beschreibung lassen sich für alle anderen Kegel, mit Ausnahme der jungen Kegelreihe des Ausbruchs von 1865, die noch keine Differenzierung aufweist, ähnliche oder anderslautende Befunde erarbeiten.

Als ein wichtiges Ergebnis dieser Kartenbeschreibung kann man anführen, daß erst eine eingehende Interpretation des bei der Geländeuntersuchung erstellten Karteninhalts in seiner Anordnung, des Deckungsgrads, der Häufigkeit und Form der Kartiereinheiten neue Befunde ergibt oder Geländeergebnisse bestätigt.

#### Literatur

- CAMPIONE, A.: L'Eruzione dell'Etna del 1792. – Diss. Catania 1956/57.
- CUCUZZA-SILVESTRI, S.: L'Etna nel 1956. – Atti Acc. Gioenia für 1957, 6, 11, Catania 1957, 29–98.
- CUMIN, G.: L'Eruzione laterale etnea del novembre 1950, dicembre 1951. – Bull. Volc. Ser. II, 15, Napoli 1954.
- CZAJKA, W.: Aufnahme der naturräumlichen Gliederung. – Method. Handb. f. Heimatforsch. in Niedersachsen, Hildesheim 1965, 182–195.
- DIERSCHKE, H.: Die naturräumliche Gliederung der Verdener Geest. Landschaftsökologische Untersuchungen im nordwestdeutschen Altmoränengebiet. – Diss. Math. Nat. Göttingen 1965.
- GAROZZO, G.: Eruzione storiche nella Valle del Bove (Etna). – Diss. Catania 1961/62.
- HAASE, G.: Landschaftsökologische Detailuntersuchung und naturräumliche Gliederung. – Pet. Mitt., 108, 1/2, Gotha 1964, 8–20.
- : Zur Methodik großmaßstäbiger landschaftsökologischer und naturräumlicher Erkundung. – Wiss. Abh. d. Geogr. Ges. d. DDR, 5, 1967, 35–128.
- KLINK, H. J.: Landschaftsökologische Studien im südniedersächsischen Bergland. – Erdkunde, 18, 4, 1964, 267–284.
- : Naturräumliche Gliederung des Ith-Hils-Berglandes. Art und Anordnung der Physiotope und Ökotope. – Forsch. z. dt. Landeskd., 159, Bad Godesberg 1966.
- MARKUS, E.: Naturkomplexe der Kameslandschaften. – Ztschr. d. dt. Geol. Ges., 82, 1930, 426–431.
- NEEF, E.: Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. – Pet. Mitt., 107, Gotha 1963.
- PAFFEN, KH.: Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. – Forsch. z. dt. Landeskd., 68, Remagen 1953.
- POLI, E.: La vegetazione altomontana dell'Etna. – Flora et Vegetation Italica 5, 1 u. 2, Sondrio 1964/65.
- RITTMANN, A.: Vulkanismus und Tektonik am Ätna. – Geol. Rdschau., 53, Stuttgart 1964, 788–800.
- SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN, W.: Atlas des Aetna. – Berlin 1845.
- : Der Aetna. – 2 Bde., Leipzig 1880.
- SCHWICKERATH, M.: Die Landschaft und ihre Wandlung, auf geobotanischer und geographischer Grundlage entwickelt und erläutert im Bereich des Meßtischblatts Stolberg. – Aachen 1954.
- SEMINARA, S.: Eruzione dell'Etna del 1852/53 (Valle del Bove). – Diss. Catania 1958/59.
- WERNER, D.: Naturräumliche Gliederung des Ätna. Landschaftsökologische Untersuchungen an einem tätigen Vulkan. – Göttinger Bodenkundliche Berichte, 3, Göttingen 1968.

## SUGAR-BEET PRODUCTION IN THENORD DÉPARTEMENT OF FRANCE DURING THE NINETEENTH CENTURY

With 8 figures and 4 tables

H. D. CLOUT and A. D. M. PHILLIPS

**Zusammenfassung:** Zuckerrübenproduktion im französischen Departement Nord im 19. Jahrhundert

Der Aufsatz zeigt die Entwicklung einer auf der Landwirtschaft basierenden Industrie während des 19. Jh. auf, und zwar am Beispiel des Zuckerrübenanbaus und der Standorte und Zahl der Zuckerfabriken. Trotz des begrenzten Untersuchungsobjektes werden die Beziehungen zwischen Anbau und Verarbeitungsindustrie augenscheinlich. Obwohl die Zuckerrübenproduktion „künstlich“ eingeführt wurde und ihr Bestand und ihre Bedeutung den Wechsel der Zölle und Steuern nachvollzog, war ihre Übernahme durch die Bauern abhängig von den ökonomischen Bedingungen. Die Ausbreitung der Anbaufläche hing von

den physisch-geographischen Verhältnissen und der Möglichkeit ab, die neue Frucht in die bestehenden Anbausysteme einzufügen. Ihre Übernahme in das landwirtschaftlich fortschrittliche Departement Nord bestätigt dies ebenso wie die dortigen regionalen Unterschiede ihrer Verbreitung. Während des größten Teils des Jahrhunderts gab es in den Weidegebieten des Avesnois und Flanderns keinen Zuckerrübenanbau, dagegen konzentrierte er sich in den Ackerbaugebieten um die Hauptindustriezentren Douai, Lille und Valenciennes. Dies änderte sich während des letzten Viertels des Jahrhunderts, und zwar durch eine zunehmende Anbauverdichtung im Cambrésis. Eine ähnliche Entwicklung nahmen die Standorte der Zuckerfabriken. Die Zahl



**Teillandschaft des Zentralkraterkegels** Area of central cone

- Zentralkraterkegel mit NE-Krater**  
Central cone and NE terminal cone
  - Jüngste Lavaströme, kaum von Aschen bedeckt**  
Youngest lava flows rarely covered with ash
  - Ältere Lavaströme, verschieden stark von Aschen eingedeckt**  
Older lava flows with ash layers of varying thickness
  - Aschen- und Lapilliflächen über sehr alten Laven im Untergrund**  
Ash and lapilli surfaces with a basement of old lava flows
- } **keine Vegetation und Bodenbildung**  
no vegetation no soil formation

**Teillandschaften der Calderen** Caldera area

- Serren und Rocche (durch Erosion herauspräparierte Teile der Calderenränder)**  
Ribs and ridges formed by erosion on the caldera slopes (outcrops of lava sheets, sills and dykes)
- Schuttrinnen (Canalone) und -hänge zwischen den Serren mit Rohböden und Rankern**  
Debris slopes and debris channels between the ridges with regosol and ranker
- Akkumulationsflächen aus Lavaschutt über sehr alten Laven mit Rohböden und Rankern**  
Areas of debris accumulation with a basement of very old lava flows. Regosol and ranker

**Teillandschaften des Lavaterrains** Lava area

- Junge Lavaströme ohne Bodenbildung und ohne Vegetation**  
Young lava flows without vegetation and soil formation
- Lavaströme mit dünner Feinmaterialauflage und Pioniervegetation auf Rohböden**  
Lava flows with a very thin sedimental layer and pioneer plants on initial soil (primosol; raw soil). First stage of soil formation and plant colonization
- Lavaströme mit stärkerer Feinmaterialauflage und *Garrigium* oder mehr oder weniger geschlossener Kraterdecke auf Rankern**  
Lava flows with a thin sedimental layer and broom-stage (*garrigium*) or nearly closed herbaceous plant cover on ranker. Second stage
- Lavaströme mit Feinmaterialauflage und geschlossener *Pseudo-Garrigue* auf Braunerde-Rankern**  
Lava flows with a thick sedimental layer and closed *pseudo-garrigue* on brown ranker. Third stage
- Lavaströme mit mächtiger Feinmaterialauflage und Niedervald oder *Astragalium* auf Ranker-Braunerden**  
Lava flows with a very thick sedimental layer and scrub-stage on ranker-brown earth. Fourth stage
- Altes Lavaterrain der unteren Ätnahänge mit nur geringer Feinmaterialauflage; starker Wechsel von Vegetation und Böden**  
Old lava terrain of lower slopes of Mt. Etna with only a thin sedimental layer and alternating vegetation and soils
- Lavaerosionshänge (durch Erosionsrinnen gegliederte steile Hänge mit Lava- und Tuffresten), Lavaschutt vorherrschend**  
Steep slopes with remnants of lava and tuff dissected by furrows. Lava debris dominating
- Pyroklastika-Erosionshänge (durch Erosionsrinnen gegliedertes Pyroklastikaterrein), Pyroklastika vorherrschend über alten Laven**  
Slopes with dominating pyroclastic material (volcanic sand, ash) dissected by furrows with a basement of very old lavas. Last stage of soil formation and plant colonization
- Kerbtäler (Valle), tektonisch vorbedingt und tief eingeschnitten**  
Deep cut valleys basing on fault-lines
- Akkumulationsflächen aus Lavaschutt oder Pyroklastika mit Rohböden und Rankern**  
Accumulation surfaces of pyroclastic material and lava debris with regosol and ranker

**Kraterkegel aller Teillandschaften** Cinder cones of all areas

- Normaltyp**  
Normal formed cones
- Abtragungstyp I**  
Eroded cones (first stage)
- Abtragungstyp II**  
Eroded cones (second stage)
- Abtragungstyp III oder Lavaeinbettungstyp III**  
Eroded cones and lava covered cone remnants (third stage)
- Asymmetrischer Typ (durch starken Wind geformt)**  
Asymmetrical cones (formed under conditions of a dominant wind direction)
- Halbmondtyp (durch Lavaausfluß ist der talseitige Kraterabtrag abgetragen worden)**  
Half-moon-like cones (lava flow did not allow the aggrading of the downward looking crater rim)
- Schlotttyp (Schweißschlackenkegel)**  
Spatter cones (oven-like or pipe-shaped cones)
- Montagnola-Typ, entstanden am steilen Hang**  
Montagnola cones (formed on a steep slope)
- Lavaeinbettungstyp II (durch jüngere Lava ist der bergseitige Kraterabtrag zugedeckt worden)**  
Sickle-shaped cones (younger lava has breached the upward looking crater rim and has entered the crater)
- Doppelwaltyp, über einer Spalte entstanden**  
Double-ridge cones (cleft crater cones; built up on a fissure)
- Sink-hole-Typ (Kraterkegel mit Einbruchschacht)**  
Sink-hole cones (with a pit crater or sink-hole)

**Sonstige Eruptionsformen** Other volcanic eruption forms

- Einbruchsschächte**  
Pit craters (sink-holes)
- Bocchen und Spalten, teilweise mit kleinen Schweißschlackenkegeln und -wällen**  
Lava-issure holes and volcanic fissures (partially with little spatter cones or spatter walls)

**Teillandschaftsgrenze**  
Boundary line of regional areas

Entwurf: D. Werner

Topographische Grundlage:  
Topografia dai Tipi dell' Istituto Geografico  
Militare (autorizzazione n° 314 in data 7. 5. 1968)



# Die Ökotope in der Umgebung des Rif. Citelli (Ätna)

## The ecotopes in the vicinity of the rifugio Citelli

Beilage IX zu ERDKUNDE XXVII, 2 Beitrag Werner

### Die Ökotope im Bereich von:

The ecotopes situated in:

#### Lavaströmen Lava flows

#### Ökoprogessive Einheiten:

Eco-progressive units (morphographic units in development to ecotopes):

**Brockenlavaflächen**  
Aa lava surfaces (spiny, frothy or clinkery lava)

**Schollenlavaflächen**  
Pahoehoe lava surfaces (smooth, slab or bulbous lava)

**Lavawälle**  
Lava ramparts

**Lavakanäle**  
Lava channels

#### Ökotope: Ecotopes (ecological base-units):

**Brockenlavaflächen mit dünner Pyroklastikauf-  
lage. Rumici-Anthemideturm oder Rumex-Scro-  
phularia-Stadium auf Rohboden**  
Aa lava surfaces with a thin pyroclastic layer. Rumici-Anthemideturm or Rumex-Scrophularia stage on primosol (raw soil).

**Brockenlavaflächen mit stärkerer Pyroklastikauf-  
lage und Astragaletum auf Ranker**  
Aa lava surfaces with a thicker pyroclastic layer. Astragaletum on ranker.

**Schollenlavafläche mit dünner Pyroklastikauf-  
lage und Rumex-Scrophularia-Stadium auf Roh-  
boden**  
Pahoehoe lava surfaces with a thin pyroclastic layer. Rumex-Scrophularia stage on primosol (raw soil).

**Ältere Brocken- oder Schollenlavaflächen mit  
sehr mächtiger Pyroklastikauf-  
lage. Birkenbuschwald (Dagala: Ginsterbusch) auf Ranker-  
Braunerde.**  
Old lava surfaces (both aa and pahoehoe lava) with a very thick pyroclastic layer. Birch-scrub (broom-scrub) on ranker-brown earth.

**Lavawälle, dito**  
Lava ramparts with birch-scrub (broom-scrub) on ranker-brown earth.

**Lavakanäle mit Rumex-Scrophularia-Stadium auf  
Rohboden**  
Lava channels with Rumex-Scrophularia stage on primosol (raw soil).

#### Bocchen Lava issue mounds or scoria mounds

**Bocchenhänge und -böden mit Rumici-Anthemide-  
turm auf Rohboden**  
Slopes and floors of the mounds with Rumici-Anthemideturm on regosol.

**Sehr alte Bocca mit Pinus-Genista-Stadium (auch  
Betula) auf Ranker-Braunerde**  
Very old mound with Pinus-Genista stage (also birch) on ranker-brown earth.

#### Akkumulationsflächen Accumulation surfaces

**Akkumulationsflächen, teilweise von frischen  
Erosionsrinnen zerschnitten mit Astragalus-Secale  
Stadium (vereinzelt auch Betula) auf Ranker**  
Accumulation surfaces partially dissected by new furrows. Astragalus-Secale stage (also single birches) on ranker.

#### Lavaerosionshängen Slopes with eroded lava

#### Hänge und Rücken mit dominierend Lavaresten:

Slopes and ridges with dominant lava remnants:

**Festuca levis-reiches Rumici-Anthemideturm auf al-  
piner Ramark**  
Rumici-Anthemideturm containing Festuca levis on alpine „ramark“.

**mit stärkerer Feinmaterialauflage und Festuca  
levis-reichem Astragaletum auf Ranker bis Ranker-  
Braunerde**  
With a thick sedimental layer. Astragaletum containing Festuca levis on ranker or ranker-brown earth.

**mit mächtiger Feinmaterialauflage und offenem  
Birkenbusch auf Ranker-Braunerde bis Braun-  
erde**  
With a very thick sedimental layer. Open birch-scrub on ranker-brown earth or brown forest soil.

#### Lavaschutthänge und -rücken:

Slopes and ridges with dominant lava debris:

**mit Astragaletum auf Ranker bis Polsterbraunerde**  
Astragaletum on ranker or brown cushion soil.

**linienhafte oder flächenhafte Abtragung im Be-  
reich des Astragaletums mit Rumici-Anthemideturm  
auf Rohboden oder verbrauchtem Rohboden**  
Surfaces with linear erosion or sheet erosion in the area of Astragaletum. Rumici-Anthemideturm on regosol or brown regosol.

**mit Birkenbuschwald auf typischer Braunerde**  
Birch-scrub on brown forest soil.

**Erosionsrinnen mit Rumici-Anthemideturm auf Roh-  
boden**  
Erosional furrows with Rumici-Anthemideturm on regosol.

#### Tälern (Valli) Valleys

**Durch ausstreichende Laven gestufte Talhänge  
mit Birkenbusch auf Ranker-Braunerde**  
Valley-sides step-like formed by outcrops of lava. Birch-scrub on ranker-brown earth.

**Talsoles mit Nebenrinnen, mit Rumex-Scrophu-  
laria-Stadium auf Rohboden, vereinzelt Lava-  
blöcke**  
Valley-floors with tributary furrows. Rumex-Scrophularia stage on regosol. Single lava-blocks.

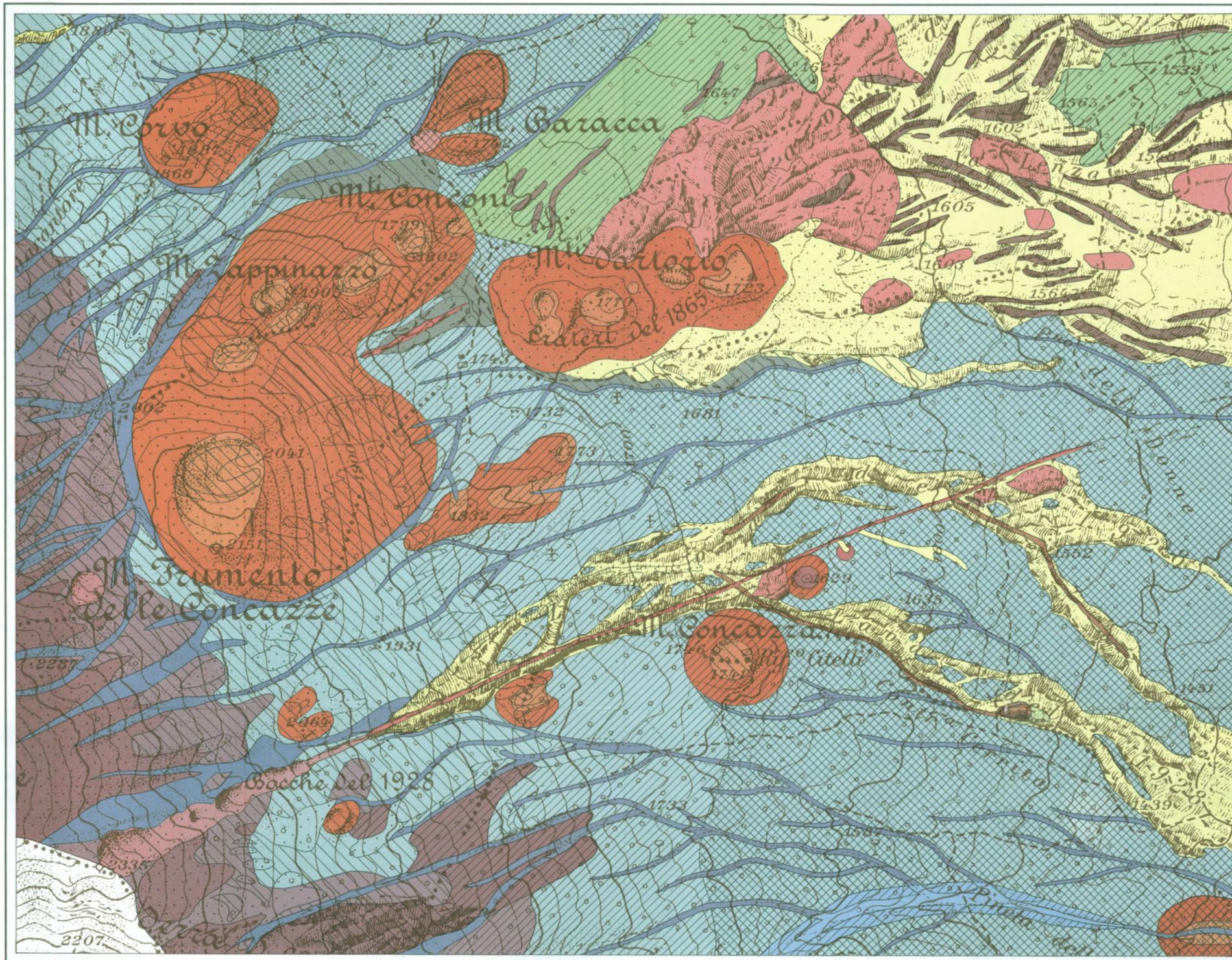
#### Einbruchsschächten Pit craters (sink-holes)

**Sohlen von Einbruchsschächten mit Lavaschutt.  
Vereinzelt Genista und Betula.**  
Floors of pit craters with lava debris. Single brooms and birches.

#### Spalten Fissures

**Spalte von 1928, innerhalb der Lava Pionierpflan-  
zen und Birken, im Pyroklastikterrain Birken-  
buschwald**  
Fissure of 1928. Within the lava pioneer plants and single birches. Within the pyroclastic terrain birch-scrub.

**Spalte von 1865, mit Birkenbusch auf Ranker**  
Fissure of 1865 with birch-scrub on ranker.



#### Pyroklastikaerosionshängen

Slopes of pyroclastic material with erosion features

#### Pyroklastikahänge und -rücken:

Slopes and ridges:

**mit Astragaletum auf Polsterbraunerde**  
Astragaletum on brown cushion soil.

**mit linienhafter oder flächenhafter Abtragung im  
Bereich des Astragaletums und artenreichem Rumici-  
Anthemideturm auf Rohboden oder verbrauchtem  
Rohboden**  
Surfaces with linear erosion or sheet erosion in the area of Astragaletum. Rumici-Anthemideturm on regosol or brown regosol.

**mit Birkenbuschwald auf typischer Braunerde  
(Veg. teilweise degradiert)**  
Birch-scrub (partially degraded) on brown forest soil.

**mit Pinus laricio-Wald auf Braunerde mit leichter  
Tondurchschlämmung (Veg. mehr oder weniger  
degradiert)**  
Pine-forest (Pinus laricio; more or less degraded) on brown forest soil with a light illuviation of clay.

**Erosionsrinnen mit den Pionierpflanzenstadien,  
die den einzelnen Höhenstufen entsprechen**  
Erosional furrows with the pioneer stages of the different altitudinal vegetation belts.

#### Kraterkegeln Cinder cones

**Kraterkegelaußenhänge**  
Outside slopes of the cones

**Kraterkegelninnenhänge**  
Inside slopes of the cones

**mit Rumici-Anthemideturm oder Rumex-Scrophularia-  
Stadium auf Rohboden**  
Rumici-Anthemideturm or Rumex-Scrophularia stage on regosol.

**mit Astragaletum auf Polsterbraunerde bis Polster-  
braunerde**  
Astragaletum on cushion-ranker or brown cushion soil.

**mit Birkenbusch (-buschwald) auf Ranker-  
Braunerde bis typischer Braunerde**  
Birch-scrub on ranker up to brown forest soil.

**mit Pinus laricio-Wald auf Braunerde mit leichter  
Tondurchschlämmung**  
Pine-forest on brown forest soil with a light illuviation of clay.

#### Schweißschlackenwällen

Spatter and scoria ramparts

**Schweißschlackenwälle der Eruption von 1865  
ohne Vegetation und Boden**  
Spatter and scoria ramparts of the eruption of 1865 without vegetation and soil formation.

Entwurf: D. Werner

Topographische Grundlage:  
"Topografia dai Tipi dell' Istituto Geografico Militare  
(autorizzazione n° 314 in data 7. 5. 1968)"

1 : 10000



Geographische Institute der Universität Bonn  
Druck: C. Weyler, Bonn