

BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

---

Herausgegeben von Peter-Jürgen Ergenzinger, Dieter Jäkel, Hans-Joachim Pachur  
und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 42

herausgegeben von

Dietrich Barsch & Hartmut Leser

# Regionale Beispiele zur geomorphologischen Kartierung in verschiedenen Maßstäben (1:5 000 bis 1:200 000)

Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VI

1987

---

Im Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der Freien Universität Berlin  
ISBN 3-88009-041-6

*Dietrich Barsch & Hartmut Leser (Hg)*

Regionale Beispiele zur geomorphologischen Kartierung in verschiedenen Maßstäben (1 : 5 000 bis 1 : 200 000)  
Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VI



BERLINER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

---

Herausgegeben von Peter-Jürgen Ergenzinger, Dieter Jäkel, Hans-Joachim Pachur  
und Wilhelm Wöhlke

Schriftleitung: Dieter Jäkel

Heft 42

herausgegeben von

Dietrich Barsch & Hartmut Leser

# Regionale Beispiele zur geomorphologischen Kartierung in verschiedenen Maßstäben (1:5 000 bis 1:200 000)

Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VI

1987

---

Im Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der Freien Universität Berlin  
ISBN 3-88009-041-6



*Anschriften der Autoren und Herausgeber dieses Heftes:*

- Prof. ELENA MARIA ABRAHAM DE VAZQUEZ, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, C.C. 507, 5500 Mendoza, Argentina.
- Prof. Dr. DIETRICH BARSCH, Geographisches Institut der Universität, Im Neuenheimer Feld 348, Postfach 10 57 60, 6900 Heidelberg 1.
- Dr. ROLAND BONO, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.
- Priv.-Doz. Dr. ERNST BRUNOTTE, Geographisches Institut der Universität, Goldschmidtstr. 5, 3400 Göttingen.
- Dipl.-Geogr. DOROTHEE FARRENKPF, Geographisches Institut der Universität, Im Neuenheimer Feld 348, 6900 Heidelberg 1.
- Prof. Dr. KARSTEN GARLEFF, Lehrstuhl II für Geographie, Universität Bamberg, Postfach 10 12 51, 8580 Bayreuth.
- Prof. Dr. HARTMUT LESER, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.
- Dr. JOHANNES PREUSS, Fachbereich Geographie der Philipps-Universität Marburg, Deutschhausstr. 10, 3550 Marburg/Lahn.
- Dipl.-Geogr. DANIEL SCHAUB, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.
- GERALD SEIDEL, Pfingstbergplatz 9, 6800 Mannheim 82.
- Dr. WOLFGANG SEILER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.
- Prof. Dr. HELMUT STINGL, Lehrstuhl für Geomorphologie, Universität Bayreuth, Postfach 10 12 51, 8580 Bayreuth.
- Dr. HARALD ZEPP, Geographisches Institut der Universität, Meckenheimer Allee 166, 5300 Bonn 1.
- Dr. GABY ZOLLINGER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.

## Vorwort

Das DFG-Schwerpunktprogramm "Geomorphologische Detailkartierung" ist ein Forschungsprojekt, dem es nicht nur um die Aufnahme geomorphologischer Karten schlechthin ging. Wesentliche Vorarbeit für das Projekt stellte die Entwicklung einer Konzeption dar, die als "Grüne Legende" (und Nachfolgeversionen) vorgelegt wurde. Diese Kartierungskonzeption wurde nach einem *Baukastensystem* angelegt.

Die *Konsequenzen* des Baukastensystems waren:

- Geringer Umfang des Signaturenkatalogs bei
- gleichermaßen universeller Anwendungsmöglichkeit.

Die bisher vorgelegten geomorphologischen Kartenkonzeptionen sind, mit Ausnahme des Systems H. KUGLER, alle weniger konsequent. Sie weisen allenfalls teilweise Baukastenelemente auf. Andere, wie die der IGU-Kommission "Geomorphological Survey and Mapping", verzichteten ganz auf einen Legendenbaukasten. Das führte zu einem umfangreichen Signaturenkatalog mit Buchumfang, dem dann doch bei der Kartierung vor Ort die jeweils entscheidenden Signaturen fehlten. Aus diesen Erfahrungen versuchte das GMK-Projekt zu lernen.

Die Konsequenzen des Baukastensystems der "Grünen Legende" reichen jedoch noch weiter. Sie führen einerseits in den *kartentechnischen Bereich* hinein, weil jede Informationsschicht extra gedruckt und demzufolge auch extra aus der Karte herausgezogen und mit anderen Einzelinformationsschichten beliebig kombiniert werden kann. Die zweite Konsequenz, und damit befassen sich die vorliegenden Regionalbeiträge, bezieht sich auf die Variabilitätsmöglichkeit in Sachen Maßstab.

Die Koordinationskommission des GMK-Projektes war von Anfang an der Meinung, daß es möglich sein müßte, die gleichen Signaturen in anderen Maßstäben einzusetzen. Diese im Kreis der in der Bundesrepublik Deutschland tätig gewesenen Kartierer geführte Diskussion bedurfte der Überprüfung. Dieser Test wurde in zwei Richtungen vorgenommen:

- Man setzte den gleichen Signaturenkatalog in anderen Maßstäben ein.
- Man setzte den Signaturenkatalog im gleichen Maßstab, aber unter anderen klimazonalen Bedingungen ein.

Die Regionalbeiträge dieses Bandes zeigen, daß es sowohl möglich ist, mit dem Signaturen-Baukastensystem der GMK 25 in größeren Maßstäben zu arbeiten (also 1 : 5 000 und 1 : 10 000), als auch außerhalb der engeren mitteleuropäischen Klimazone und deren Georelieftypen. Letzteres belegen die Kartierungen aus Südfrankreich, der Südosttürkei und aus dem äthiopischen Hochland. Alle wenden das GMK-System an und setzen es erfolgreich ein. Voraussetzung dafür bilden folgende Sachverhalte:

- Das Grundprinzip des Mehrschichtsystems der GMK-Konzeption ist zu beachten und der jeweiligen Fragestellung des geomorphologischen Forschungsprojektes anzupassen.
- Die Legende ist durch Einzelsignaturen innerhalb der jeweiligen Informationsschicht zu ergänzen, wenn keine besonderen Zeichen für einen Spezialfall vorgesehen sind.

Die auf diese Weise genutzte *Flexibilität* der "Grünen Legende" und ihrer verbesserten Nachfolgeversionen, die ebenfalls auf Kartierungserfahrungen beruhen, sichert der Konzeption ein Höchstmaß an Anwendungsfähigkeit. Dies gilt auch für den Einsatz in anderen Maßstäben. Die Kartierungserfahrungen in großen und größten Maßstäben zeigten, daß die gleichen Signaturen wie in der GMK 25 eingesetzt werden können - lediglich auf den anderen Maßstab eingestellt. Das Informationsschichtenprinzip bleibt davon unberührt.

Die GMK-Konzeption ist wegen ihres Baukastensystems nicht nur für den Geomorphologen selber benutzerfreundlich, sondern sie ist zugleich auch *anwenderfreundlich*. Das basiert vor allem auf dem Mehrschichtensystem. Für *praktische Zwecke* können "interessante" Informationsschichten herausgezogen und kombiniert bzw. in dieser Kombination gleich kartiert werden. Das ist z.B. bei den größtmaßstäbigen Kartierungen der Beispiele in 1 : 5 000 bis 1 : 10 000 der Fall. Hier wurden bei der Kartierung ganz bewußt geomorphographische Schwerpunkte angestrebt, die bei verschiedenen Praxiszwecken (Bodenerosionsaufnahme für Bekämpfungszwecke oder Grundlageninformation für verschiedene andere Wissenschaften im Rahmen eines Man and Biosphere-Projektes /MAB) notwendig waren.

Als Anwendung zählt auch die Verwendung der GMK-Konzeption bei der Klärung *geowissenschaft-*

licher Fragestellungen, etwa der geomorphogenetischen Probleme, die mit der Darstellung der Prozeßbereiche verbunden sind. Die Prozeßbereiche finden ihre Anwendung auch außerhalb der Geomorphologie, vor allem in der Schutt- und sonstigen Lockersedimentdeckenstratigraphie. Diese besitzt sowohl für die geologische als auch die bodenkundliche Kartierung große Bedeutung, wenn keine Direktaufschlüsse vorliegen.

Der dritte Anwendungsbereich wird von der Problematik der Landschaftsplanung repräsentiert, die nur für viele andere im Sektor *Raumplanung/Landschaftsplanung* steht. Die Inhalte der GMK lassen sich für "Anwendungskarten" umsetzen, indem an die geomorphologischen Karteninhalte andere vom Georelief strukturierte oder geregelte Sachverhalte "angebunden" werden. Dann erübrigt sich die Direktaufnahme solcher Sachverhalte, oder sie wird rationalisiert bzw. stellt die geomorphologische Kartierung eine Entscheidungshilfe bei der kartographischen Ausweisung regional- und landesplanerischer sowie landschaftspflegerischer Sachverhalte dar.

Vor diesen Hintergründen ist die Zusammenstellung der Regionalbeiträge zu sehen. Generell ging es um einen Test des Verfahrens der GMK-Aufnahme, um sicherzustellen, daß keine mitteleuropa- und maßstabsgebundene Konzeption entwickelt wurde. Im weiteren Sinne handelt es sich um die Anwendungsmöglichkeiten der Konzeption, was einmal die Geo-

morphologie selber, aber auch den Bereich anderer Geowissenschaften bis hin zum "reinen Anwender" umfaßt. Die Autoren der Beiträge sind nur zum allergeringsten Teil Kartierer aus dem eigentlichen Programm, so daß eine unvoreingenommene und objektive Anwendung der GMK-Konzeption sichergestellt wurde. Dies war ein weiteres Ziel: Test der Konzeption durch Benutzer, die nicht mit dem Schwerpunktprogramm direkt zu identifizieren sind.

Die Herausgeber danken den Kartierern für die Bereitstellung der Beiträge und für das Eingehen auf Bearbeitungswünsche an den Artikeln und Karten. Nur so war es möglich, einen weiteren Beitrag zum DFG-Schwerpunktprogramm "Geomorphologische Detailkartierung" zu liefern, der die engere Perspektive des eigentlichen Projektkerns, den Musterblattkatalog, sprengt. Herzlicher Dank sei auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft gesagt, welche das GMK-Projekt jahrelang als Schwerpunktprogramm gefördert hat und welche sich bereitfand, diese Regionalbeiträge in die Reihe der "Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm" aufzunehmen. Mit den Beiträgen wird auch den Erwartungen der DFG entsprochen, daß das Schwerpunktprogramm innovativen Charakter in der geomorphologischen und angewandt-geomorphologischen Forschung zeitigt.

Heidelberg/Basel

DIETRICH BARSCH,  
HARTMUT LESER

# Inhaltsverzeichnis

|  | Seite |
|--|-------|
| LESER, H. & ZOLLINGER, G.:   |       |
| Die Anwendung der "Grünen Legende" im Maßstab 1 : 5 000. Probleme der größtmaßstäbigen geomorphographischen Kartierung – dargestellt am Beispiel eines Kartenausschnittes vom Badischen Oberrheingrabenrand. . . . . | 9-15  |
| PREUSS, J.:  |       |
| Großmaßstäbige geomorphologische Kartierung auf Blatt 4 – 9672 L Asel (TK 25: 4819 Fürstenberg, Nord-Hessen). . . . .  | 17-23 |
| BONO, R. & SEILER, W.:   |       |
| Anwendungsmöglichkeiten der GMK: Ein Beispiel aus dem tropischen Hochland Äthiopiens . .   | 25-30 |
| LESER, H. & SCHAUB, D.:  |       |
| Geomorphologische Kartierung im Hochgebirge: Ein Anwendungsbeispiel der "Grünen Legende" im Maßstab 1 : 10 000 . . . . .   | 31-37 |
| FARRENKOPF, D.:  |       |
| Ergebnisse und Erfahrungen einer geomorphologischen Detailkartierung in Südfrankreich . . . .  | 39-47 |
| SEIDEL, G. & LESER, H.:  |       |
| Geomorphologische Kartierung 1 : 25 000 in der Umgebung von Lidar am oberen Euphrat, Südost-Türkei . . . . .   | 49-54 |
| ZEPP, H.:  |       |
| Die Landschaftsplanung als Anwendungsfeld geomorphologischer Detailkarten . . . . .  | 55-63 |
| ABRAHAM DE VAZQUEZ, E. M., BRUNOTTE, E, GARLEFF, K. & STINGL, H.:  |       |
| Geomorphologische Karte 1 : 100 000 Bajada Amarilla, Provinz Mendoza, Argentinien. . . . .   | 65-76 |



# Verzeichnis der Abbildungen, Beilagen und Tabellen

|  | Seite   |
|--|---------|
| <i>zum Beitrag</i> LESER & ZOLLINGER   |         |
| Abb. 1: Geomorphologische Prozeßbereiche . . . . .   | 11      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 5 000. Rand des Oberrheingrabens südöstlich Ehrenstetten (Kreis Freiburg im Breisgau) . . . . . | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> PREUSS  |         |
| Abb. 1: Geometrische Beziehungen am Wölbungskreis . . . . .  | 19      |
| Abb. 2: Lage des Kartiergebietes an der Grenze zwischen Kellerwald-Horst und Waldecker Tafel, nördlich des Edersees . . . . .          | 22      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 10 000 Edersee, 4815 Fürstenberg NO . . . . .   | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> BONO & SEILER   |         |
| Abb. 1: Lage der Testgebiete des SCRP im äthiopischen Hochland . . . . .   | 26      |
| Abb. 2: Lage des Testgebietes Hunde Lafto-Harerge . . . . .  | 27      |
| Beilage 1: Geomorphographische Karte / Geomorphological map 1 : 10 000, Hunde Lafto - Harerge Region, Ethiopia . . . . .               | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> LESER & SCHAUB  |         |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 10 000, Raum Dischmatal südöstlich von Davos/Graubünden . . . . .                               | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> FARRENKOPF  |         |
| Abb. 1: Aufschluß in der torrentiellen Aufschüttung von Les Tuilières . . . . .  | 43      |
| Tab. 1: Chronologie und Vergleich des Formenschatzes am Aurélien und im Becken der Arc . . . . .                                       | 45      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 25 000, Becken der Arc, Provence, Südfrankreich . . . . .                                       | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> SEIDEL & LESER  |         |
| Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes . . . . .   | 51      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 25 000, Lidar, Türkei . . . . .   | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> ZEPP  |         |
| Tab. 1: Geomorphologische Grundlagen für die Landschaftsplanung . . . . .  | 59      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte der Umgebung von Schönau (Obere Erft/Nordeifel) . . . . .   | Beilage |
| Beilage 2: Auswertekarte für die Landschaftsplanung . . . . .  | Beilage |
| <i>zum Beitrag</i> ABRAHAM DE VAZQUEZ, BRUNOTTE, GARLEFF & STINGL  |         |
| Abb. 1: Übersichtskarte zur klimatischen und geologisch-tektonischen Situation des Kartiergebietes . . . . .                           | 67      |
| Abb. 2: Klimadiagramme . . . . .   | 69      |
| Abb. 3: Vegetationskarte – "Carta fisonomica estructural de la vegetacion" . . . . .   | 71      |
| Beilage 1: Geomorphologische Karte 1 : 100 000 Bajada Amarilla, Provinz Mendoza, Argentinien . . . . .                                 | Beilage |

# Die Anwendung der "Grünen Legende" im Maßstab 1 : 5 000. Probleme der größtmaßstäbigen geomorphologischen Kartierung - dargestellt am Beispiel eines Kartenausschnittes vom Badischen Oberrheingrabenrand

mit 1 Abbildung und 1 farbigen Karte

HARTMUT LESER und GABY ZOLLINGER

**K u r z f a s s u n g:** Die Karte stellt einen Versuch dar, mit der "Grünen Legende" der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (= GMK 25) (LESER & STÄBLEIN 1980) auf Basis der "Deutschen Grundkarte 1 : 5 000 (= DGK 5) geomorphologisch zu kartieren. Die GMK 25-Legende blieb dabei unverändert. Im vorliegenden Kartenausschnitt werden nur geomorphographische Sachverhalte dargestellt. – Fazit: (1) Die "Grüne Legende" ist auch in größeren Maßstäben unverändert einsetzbar. (2) Die als äußerst genau geltende DGK 5 weist keine komplette Georeliefdarstellung auf. Sie bietet aber eine sehr gute Grundlage für geomorphographische Kartierungen großen Maßstabs.

*The use of the "Green Legend" on the scale of 1 : 5 000. Problems of geomorphological mapping on the largest scales – presented by an example of a map section from the Baden border of the Upper Rhine Valley.*

**S u m m a r y:** This map is an attempt to map the geomorphological situation on the basis of the "Deutsche Grundkarte 1 : 5 000" (= DGK 5; German basic map 1 : 5 000) by means of the "Green Legend" of the "geomorphological map 1 : 25 000" (= GMK 25) (LESER & STÄBLEIN 1980). The GMK 25 le-

gend was not changed. In the presented map section geomorphographic elements are shown only. – Result: (1) The "Green Legend" can also be used for larger scales without modifications. (2) The DGK 5 which is considered to be very accurate does not give a complete representation of the georelief. Nevertheless it is a good basis for geomorphological mapping at largest scales.

*La "legende verte" au 1/5000. Problèmes du levé géomorphologique à la plus grande échelle, présentes d'un détail de la carte de la bordure du fosse haut-rhénan badois.*

**R é s u m é:** Cette carte est un essai, reposant sur la "Deutsche Grundkarte 1 : 5 000" (= DGK 5) de faire de levé géomorphologique au moyen de la "Grüne Legende" de la carte géomorphologique 1 : 25 000 (= GMK 25) (LESER & STÄBLEIN 1980). A cet effet, la légende de la GMK 25 est restée inchangée. Le présent détail de la carte ne représente que les états géomorphographiques. – Résultat: (1) A plus grande échelle, la "Grüne Legende" peut être utilisée sans modifications. (2) La DGK 5, super-exacte, ne donne pas la représentation complète du géorelief. Mais elle constitue une bonne base pour le levé géomorphologique à grande échelle.

## Inhaltsübersicht:

1. Problemstellung
2. Kartentechnische und konzeptionelle Probleme
  - 2.1 Maßstab und Darstellung
  - 2.2 Anwendung der Legende
3. Beziehungen zwischen Substrataufnahme und Georelief

- 3.1 Probleme der Substrataufnahme, -gliederung und -auswertung
- 3.2 Der Zusammenhang Georelief-Anthropogeomorphodynamik
- 3.3 Beziehungen zwischen Georelief und Geomorphogenese
4. Literatur
5. Karten

## 1. Problemstellung

Die GMK 25 und ihre Konzeption wurde inzwischen in verschiedenen Klimagebieten der Erde angewandt<sup>1</sup>. Dabei zeigte sich deren umfassende *Einsatzmöglichkeit* auf Grund des Baukastencharakters der Legende. Im Hinblick auf die Lösung praktischer Fragestellungen kann sich aber eine größermaßstäbige Kartierung als notwendig erweisen. Nicht zuletzt unter diesem Aspekt wurde bereits eine GMK 10 – auf der Grundlage der GMK 25-Kartierungsmaterialien – diskutiert (LESER 1980).

Beiliegende Karte soll zeigen, daß die GMK 25-Konzeption – ohne Umsetzung – im Maßstab der *Deutschen Grundkarte 1 : 5 000* (= DGK 5) anwendbar ist. Wenn sich in vorliegendem Kartenausschnitt nur auf die Darstellung geomorphographischer Sachverhalte (einschließlich Substrat) konzentriert wurde, hat das kartentechnische Gründe. Die Geomorpho-

genese wurde ebenfalls aufgenommen, jedoch an anderer Stelle dargestellt (ZOLLINGER 1984). Sie wird hier nur verkleinert wiedergegeben (Abb. 1). Diese Reduktion erfolgte auch im Hinblick auf die Probleme des praktischen Einsatzes, für den geomorphogenetische Sachverhalte zu überwiegenden Teilen nur sekundäre bis tertiäre Bedeutung besitzen (AHNERT 1981, KUGLER 1965, LESER 1984).

Die Aufnahme der Karte geschah im Rahmen einer Doktordissertation durch G. ZOLLINGER (1984). Hier wird nur ein Ausschnitt dieser Aufnahme dargestellt, die an sich vier DGK 5-Blätter zum Gegenstand hatte. Der Aufsatz ist eine Gemeinschaftsarbeit. Die von G. ZOLLINGER selbständig aufgenommene Karte wurde von H. LESER redaktionell bearbeitet und im Geographischen Institut der Universität Basel reingezeichnet<sup>2</sup>.

## 2. Kartentechnische und konzeptionelle Probleme

Der Maßstab spielt bei geomorphologischen Kartenaufnahmen eine viel größere Rolle als bei anderen Themakarten, weil die GMKs in der Regel *zahlreiche Informationsschichten* aufweisen, deren Gewinnung im Gelände, deren kartographische Repräsentation und deren praktische Verwertung durch die Informationsfülle und die hohe graphische Dichte zum Problem wird. Dies zeigen verschiedene Blätter aus der GMK 25<sup>3</sup>, aber auch schon Versuche im Maßstab 1 : 10 000. Daraus resultierte auch vorliegender Diskussionsbeitrag. Er behandelt zunächst Fragen von Maßstab und Darstellung (2.1), anschließend Legendenprobleme (2.2).

### 2.1 Maßstab und Darstellung

Im Gegensatz zur GMK 25, die im Gelände auf Vergrößerungen im Maßstab 1 : 10 000 kartiert wird, wurde für die vorliegende Karte (Karte 1) die Deutsche Grundkarte 1 : 5 000 (= DGK 5) sowohl bei der Aufnahme im Gelände als auch bei der Zeichnung verwendet.

Die große *Dichte geomorphologischer Informationen* führt bei kleinermaßstäbigen GMKs meist zu Generalisierungen, wobei bei der Auswahl häufig wichtige Informationen verlorengehen oder nur unvollständig dargestellt werden können (Beispiel bei

LESER 1980, dort Abb.1 und 4 sowie LESER 1983, dort Abb. 3a und b). Die Auswahl geschieht nach subjektiven Kriterien, die wiederum auf einer individuellen Beurteilung und Bewertung des Georeliefs beruht. Dieses Problem ließ sich auch bei der DGK 5 nicht ganz umgehen. Beispiele: Die Schluchten des Norsinger Ahabaches und Wolsberggrabens wurden mit der Kantensignatur quantifiziert dargestellt. Dabei konnte weder das Kleinstrelief innerhalb der Schluchten, noch die aktualgeomorphodynamischen Prozesse an den Böschungen und in den Gewässern wiedergegeben werden. Es fehlen daher aus kartographischen Gründen die verschiedenen Terrassenniveaus, die Akkumulationsflächen der Auelehmbereiche und die unterschiedlichen Neigungen der Böschungen. Ebenfalls nicht aufgeführt sind die Arbeitskanten des Gewässers und jene Stellen, die

<sup>1</sup> Dazu verschiedene Kartenbeispiele in diesem Band sowie die Anwendung durch R. MÄUSBACHER (1981) in der Kanadischen Arktis.

<sup>2</sup> Die Verfasser bedanken sich bei Frau L. BAUMANN (Basel) herzlich für die intensiven Bemühungen um die kartographische Umsetzung der Kartierungsvorlagen.

<sup>3</sup> GMK 25 = Geomorphologische Karte 1 : 25 000. Entsprechend werden die Bodenkundliche Karte 1 : 25 000 und die Geologische Karte 1 : 25 000 abgekürzt (=BK 25; = GK 25).

zu Hangrutschungen neigen oder in den letzten Jahren abgerutscht sind. Auch kleine Verwitterungsarme mit Uferwällen im Mikroformenbereich sind nicht darstellbar. Sie haben aber für die rezente Weiterentwicklung der Schluchten und Gewässer Bedeutung.

Für die exakte Erfassung dieser im Detail für die Praxis sehr wichtigen geomorphologischen und geomorphodynamischen Gegebenheiten wäre wenigstens partiell ein noch größerer Kartenmaßstab gerechtfertigt. Da diese Einzelheiten auf der geomorphographischen Karte nicht enthalten sind, können sie nur

an anderer Stelle verbal-deskriptiv erörtert werden oder beispielhaft an einzelnen Profilen und Photographien dargestellt werden (ZOLLINGER 1984). So konnten etwa auch die Auswirkungen der starken Regenfälle im Frühjahr 1983 keine Berücksichtigung finden, obwohl hier an einer Stelle auf einer Breite von etwa 30 m und einer Aufschlußwandhöhe von 6 m zwei Meter Feinmaterial in der Horizontalen (d.h. rund 300 m<sup>3</sup>) abgetragen worden sind. Diese starke Denudation hatte sowohl für den Forstwegbau als auch für die Nutzung der wervollen Hölzer in der Umrahmung der Schlucht einschneidende Maßnahmen zur Folge (z.B. Bachregulierungen).

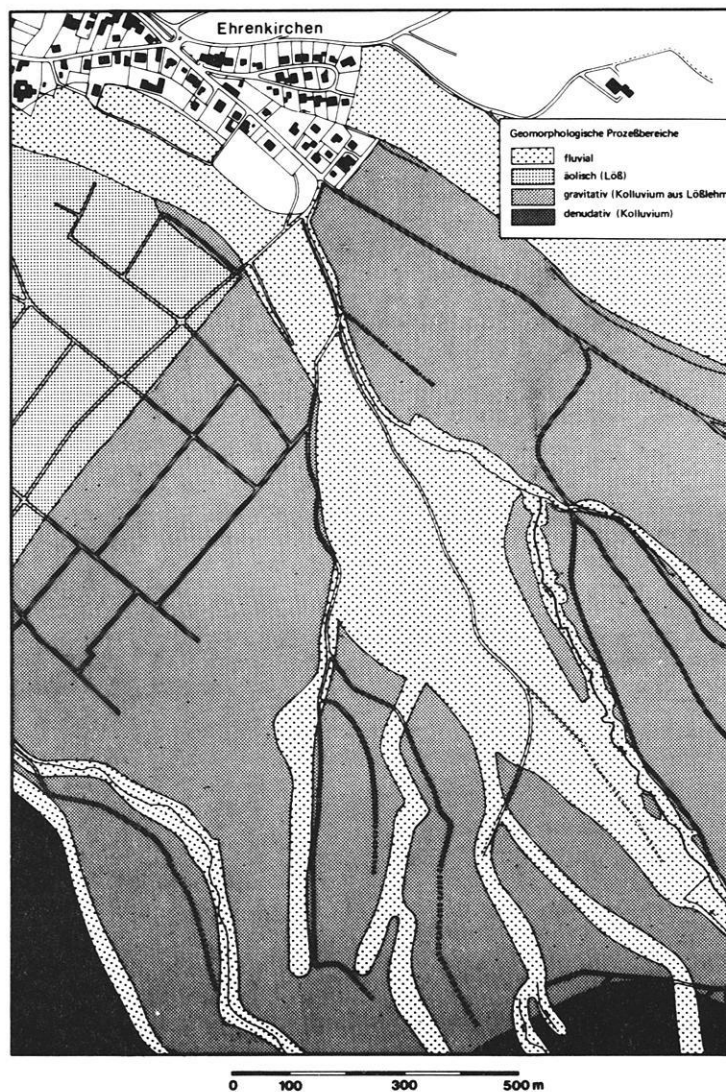


Abb. 1: Geomorphologische Prozessbereiche.



## 2.2 Anwendung der Legende

Als Grundlage für die Aufnahme des Georeliefs diente die 3. Fassung der Legende der GMK 25 (LESER & STÄBLEIN 1980). Auf der topographischen Vorlage der DGK 5 wurden Kanten, Wölbungen und Neigungen, Talformen und Hydrographie, Kleinformen und einige ergänzende, anthropogen angelegte Georeliefelemente aufgenommen.

Die Karte entstand, wie schon gesagt, in einem anderen Rahmen (ZOLLINGER 1984). Grundgedanke der Verwendung der GMK 25-Legende war, nicht mit einer neuen Legende aufzuwarten, sondern mit einer im anderen Maßstab bereits bewährten zu arbeiten. Dies ermöglicht einerseits eine Übertragung des Inhalts auf kleinermaßstäbige Karten sowie die Möglichkeit, Arbeiten aus benachbarten Gebieten miteinander vergleichbar zu machen. Da die Legende der GMK 25 als "Baukasten" verstanden wird, kann sie auch auf die besonderen Gegebenheiten des Kartierungsgebietes übertragen werden. Durch zulässige Ergänzungen oder kleinere Veränderungen können zudem alle für den Kartierer subjektiv wichtigen Formen und geomorphologischen Erscheinungen dargestellt werden – sofern dies der Maßstab zuläßt.

Bei der Darstellung der Wölbungen wurde von der 3. Fassung der GMK 25 abgewichen und die "Grüne Legende" (LESER & STÄBLEIN 1975) herangezogen. In dieser ist die Bestimmung der Wölbungsradiusgruppe durch sieben verschiedene Radiuswellenwerte angegeben. Bei der Kartierung wurden drei Gruppen herausgezogen und zusammengefaßt: Radiuswellenwerte von 150-300 m, von 300-600 m und größer als 600 m. Diese Einteilung wurde nach der Kartierung im Gelände und nach der Auswertung der einzelnen Meßergebnisse als sinnvollste Wiedergabe der Wölbungen der flachgeneigten Riedel angesehen.

Die Gründe des Ehrenstetter, Norsinger und Ambringer Baches zeigen örtlich ein Schwemmfächerrelief. In der Kartieranleitung müssen die Einzelformen mit B kleiner 100 m sein. Da diese jedoch an ihrer breitesten Stelle größer als 300 m sind, wurde die Legende zur Karte 1 dahingehend erweitert, daß B auch größer als 100 m sein darf. Andere denkbare Zeichen wurden als ungeeignet verworfen. Da diese Signatur auch eine geomorphogenetische Aussage enthält, die der geomorphologischen Analyse zugrunde liegt und diese bestätigt, wurde diese Darstellungsform gewählt.

## 3. Beziehungen zwischen Substrataufnahme und Georelief

Zur Bestandsaufnahme des Georeliefs für praktische Zwecke gehört immer eine umfassende *Kartierung des Oberflächennahen Untergrundes*. Dafür sind in der Legende zur GMK 25 eine Reihe kombinationsfähiger Substratzeichen vorgesehen, die auch in vorliegender Kartierung verwandt wurden. Mit der großmaßstäblichen Aufnahme des Oberflächennahen Untergrundes verbinden sich nicht nur aufnahme- und darstellungstechnische Probleme, sondern auch solche der inhaltlichen Interpretation, die in Kap. 3.1 bis 3.3 behandelt werden.

### 3.1 Probleme der Substrataufnahme, Substratgliederung und Substratauswertung

Im Kartierungsgebiet wurden etwa 200 *Bohrungen* niedergebracht. Sie erfolgten in einem Abstand von 50-100 m, örtlich auch in kleineren Abständen, wenn es darum ging, Substrat- oder geologische Grenzen exakt festzulegen. In den Talniederungen reichten im allgemeinen 2 m-Bohrungen aus, um den Kieskörper zu erreichen. Auf den lößlehmüberkleideten Hängen erfolgten zahlreiche 9m-Bohrungen, um auf

die Basis des Oberflächennahen Untergrundes ("Ältere Schotter", Zersatzmaterial des Grundgebirges oder der Trias) zu stoßen. Die Aufnahme der Korngrößenzusammensetzung des Substrates bildete eine wesentliche Grundlage für die Gliederung des Kartierungsgebietes.

Nach der Fertigstellung der geologischen, bodenkundlichen und geomorphologischen Aufnahme im Felde ergab sich im Wesentlichen eine *Dreigliederung der Landschaft*, die für alle drei Fachperspektiven gleichermaßen gültig war: *Geologisch* kann eine Aue-, Löß(Lößlehm-) und eine Periglazialschuttdeckenlandschaft ausgegliedert werden. Diese geologische Gliederung entspricht *bodenkundlich* einer Unterteilung in Gley-, Kolluvial- und Braunerdeböden. Bodenformenbereiche und geologischer Untergrund haben im Gelände dieselben Grenzen. Einer der Gründe zur Kartierung der *geomorphologischen* Gegebenheiten war die Frage, ob auch das Georelief in diese Gliederung einbezogen ist und inwieweit mit den geomorphologischen Aussagen noch feinere Unterteilungen der anderen Aufnahmen vorgenommen werden können.

Es zeigt sich, daß die fluvialen Hohlformen mit örtlich sehr starker Tiefenerosion in den Gerinnen die Auelandschaft bildeten, daß die periglazialen Lößlehme die flachen Flanken der Täler und die wenig geneigten Kuppen und Riedel zwischen ihnen bedeckten, während die Schuttflächen auf die steilgeneigten Schwarzwaldhänge oberhalb eines Saumes in 320-350 m NN beschränkt sind.

Auch *agrärökologisch* treten diese Bereiche durch unterschiedliche Nutzungen hervor. Bilden die Gleyböden der Auen vorwiegend Grünland, so werden die Lößlehmhänge durch Hackfrüchte, Weizen, Obst- und Weinbau genutzt, während auf den mit Schuttdecken überkleideten Hängen Forstwirtschaft getrieben wird. Geomorphologisch stimmt die Grenze der *periglazialen Schuttdecken* nicht an allen Stellen mit den steilgeneigten Schwarzwaldhängen überein, da diese den Hangknick, der bei 320-350 m auftritt, örtlich noch einige Meter überwandert haben. Hier mußte durch ein dichtes Bohreretz und zahlreiche kleine Schürfe die geologische und textuelle Grenze gefunden werden.

Innerhalb der *Lößlehmlandschaft* läßt sich eine weitere Gliederung feststellen: Einmal in einen Bereich, in dem bis 9 m mächtige Lößlehme das Hangende des Anstehenden oder der "Älteren Schotter" bilden und zum anderen in eine hangabwärtsgerichtete Fläche, auf der unter einer geringmächtigen Lößlehmdecke äolische, kalkhaltige autochthone Lösselagern. Diese im Gelände sehr scharfe Substratgrenze tritt geomorphologisch nicht in Erscheinung. Nur in den Gerinnesystemen findet man dort, wo die anschließenden Hänge lößüberkleidet sind, wahrscheinlich durch Suffosion verursachte kalkhaltige bis kalkfreie, teils sandstreifige Aueschluffablagerungen. Agrärökologisch fällt diese geologische Grenze mit dem Übergang von Wein- und Obstbau zu Hackfrucht- und Weizenanbau zusammen.

### 3.2 Der Zusammenhang Georelief - Anthropogeomorphodynamik

Die Kartierung erfolgte in einer seit mehreren tausend Jahren genutzten südwestdeutschen Altsiedellandschaft. Infolge des leicht abtragbaren und gern genutzten Substrates Löß ist mit einer starken Einflußnahme des Menschen auf Georeliefformen und Oberflächennahen Untergrund zu rechnen. Bei der Kartierung wurden dafür zahlreiche Hinweise festgestellt, so daß sich die größtmaßstäbige geomorphologische Kartierung auch als *kulturlandschaftshistorisches Instrument* erweisen kann.

Seit dem *Neolithikum* lassen sich mehrere Siedlungsschichten nachweisen, die in unterschiedlicher Weise

und Intensität die Landschaft umgestaltet haben. KRAFT (1928:360) hat bei der ehemaligen Siedlung Wolfsberggraben einen neolithischen Schaber gefunden. Er wurde wahrscheinlich durch kolluviale Verlagerungen aus bergwärtigen Partien abgeschwemmt und abgelagert. Doch dieser Schaber stellt einen Einzelfund dar, denn die Neolithiker haben den Schwarzwald gemieden.

Von den *Kelten* wurde im Kartierungsgebiet nur eine Wallanlage errichtet, die sich am Kegelries östlich des Lehenhofes befindet. Römische Siedlungen sind ebenfalls unbekannt. Erst die *Alamannen* begannen, neben einer starken Siedlungsaktivität in der klimatisch und ackerbaulich begünstigten Rheinebene, die angrenzenden unteren Schwarzwaldhänge zu nutzen. Zahlreiche Namen und Anlagen zeugen von dieser Epoche.

So weist der Flurname "Burg" östlich von Ehrenkirchen auf eine ehemalige *alamannische Siedlung* hin, von der rezent im Gelände nur die Kanten einer Wehranlage übrig geblieben sind. Diese erstreckt sich heute über zwei Eigentumsparzellen, die deutlich größer sind als die übrigen schmalen Streifen. In der Umrahmung dieses Streifenverbandes finden sich in Anlehnung an die Formgestalt des Riedels Hohlwege, die ebenfalls in dieser Zeit entstanden sind, wobei möglicherweise der Norsinger Ahabach umgeleitet worden ist, und ein Teil des Wassers in das Wegesystem gelangte und einen gewissen Schutz geboten hat. Der Hohlweg "Burggasse" ist noch am besten erhalten, während die südliche Seite der Anlage durch spätere Nutzungsformen stark umgeändert wurde und nur noch relikthaft vorhanden ist. Möglicherweise befand sich auch auf dieser Seite kein Hohlweg, da die (hier zwar weniger tiefe) Schlucht des Norsinger Ahabaches als Schutz ausgereicht haben könnte.

Eine zweite *frühalamannische Siedlung* befand sich südlich des Wolfsberggrabens. Als einziger Zeuge blieb ein pyramidenstumpffartiger, etwa 2,5 m hoher und 3-4 m breiter Erdblock (KRAFT 1928:360) auf der orographisch linken Seite des Grabens erhalten. Auf der Oberfläche dieses Hügels findet man zahlreiche Wandbewerfsstücke, gebrannten Lehm und mittelalterliche Scherbenbruchstücke. Diese Anlage ist der Rest einer Wehranlage in Form eines Turmhügels, wobei die Wassergräben in der Umrahmung nicht mehr, zumindest nicht ohne Grabung, erkennbar sind. — Eine Bohrung im anschließenden Wiesengelände erbrachte eine sehr starke Verdichtung des Substrates, die an dieser Stelle als anthropogener Einfluß gedeutet werden kann. Ob die etwa 200 m südöstlich gelegenen alamannischen Gräber zu der Siedlung Wolfsberggraben gehört haben oder nicht, ist

bei dem derzeitigen Stand der Untersuchungen nicht zu entscheiden.<sup>4</sup>

Die Altersstellung der *übrigen Hohlwege* im Kartierungsgebiet kann nicht angegeben werden. Viele von ihnen sind sicherlich erst in jüngerer Zeit bei der intensiven Nutzung der landwirtschaftlich sehr wertvollen Böden auf Löß sowie der angrenzenden Waldgebiete entstanden.

Aus den *permanenten Gewässern* (z.B. Ehrenstetter und Norsinger Ahabach) wurde Wasser auf die Wiesen geleitet. Der Kantenverlauf auf dem Flurstück "Ahmatten" zeigt noch heute auf die Runz, die vom Ehrenstetter Ahabach abgeleitet worden ist. Zahlreiche Rinnen im Schwemmfächer des Norsinger Grundes sind trockengelegt worden, nur der Stiedlenbach hat noch den gleichen Verlauf und endete auf dem Flurstück "Norsingerah". Sein Oberlauf wurde demnach schon vor mindestens 100 Jahren trockengelegt. Nur die Tiefenlinie des Tales zeugt noch von dem ehemaligen Verlauf des Baches.

Eine andere starke Veränderung des Georeliefes wurde durch die *Anlage von Terrassen* verursacht. In großer Anzahl sind sie zwischen Sandgraben und der Gallenbachaue vorhanden. Jeder einzelne schmale Streifen beginnt mit einer Kante von etwa 1 m. Möglicherweise wurde hier früher Wein- oder Obstbau getrieben. Heute stehen nur noch vereinzelt Obstbäume auf den Parzellen, die sonst überwiegend der Grünlandnutzung dienen. Südöstlich des Flurstückes "Riedmatten" befinden sich zwei Terrassenkanten von 1-5 m Höhe. Auf der schmalen Terrasse weist der Substrataufbau auf eine Umlegung oder Verschiebung der Materials hin. Dies gilt ebenso für das zum Gallenbach abfallende Flurstück "Deckenmatten". Hier wurden große Erdmassenbewegungen zur Planation des Reliefs vorgenommen. Eine sehr hohe Verdichtung und starke Verwürgungen im Substrataufbau weisen auf diesen Vorgang hin.

### 3.3 Beziehungen zwischen Georelief und Geomorphogenese

Durch das Kartierungsgebiet verläuft eine *tektonische Leitlinie*, die als Schwarzwaldrandverwerfung oder Hauptverwerfung bezeichnet wird. Sie trennt den kristallinen, sich hebenden Schwarzwaldsockel von dem sich senkenden Oberrheingraben. Dem Grundgebirgsteil vorgelagert treten einige weniger tief abgesunkene mesozoische Schollen auf, die einen *Vorbergbereich* bilden. Zwischen Ehrenkirchen und

Staufen fehlt der Vorbergbereich. Er endet mit dem Ölberg als südlichstem Ausläufer des Schönberg-Massivs und beginnt am Staufener Schloßberg wieder orographisch in Erscheinung zu treten.

Der *Schwarzwald* ist aus einem Schollenmosaik aufgebaut, das sich in Horste und Gräben gliedert. Den Horsten sind westlich der Verwerfung Vorberge angeschlossen, den Gräben fehlen sie. Da das Kartierungsgebiet inmitten des Münstertalgrabens liegt, wird verständlich, daß in diesem Bereich die Vorberge fehlen. In der Schlucht des Norsinger Ahabaches kann die Stelle, an der die Verwerfung verläuft, durch die Grenze Gneis/Rotliegendes (siehe auch GUENTHER 1938:73) exakt bestimmt werden. Im benachbarten Wiesengelände kann sie nur durch Bohrungen festgelegt werden.

Anders verhält es sich mit der Grenze zwischen "Älteren Schottern" und würmzeitlichen Kiesen. Auf dem *Schwemmfächer* des Norsinger Grundes beginnt eine Fläche mit 2-3 m mächtigen Lößlehmen durch eine Kante von 1 m H orographisch in Erscheinung zu treten. An ihrer Basis liegen die "Älteren Schotter", während die würmzeitlichen Kiese nur von Sand und Auelehm überdeckt werden. Obwohl diese Flächen jeweils aus stratigraphisch und textuell unterschiedlichen Sedimenten aufgebaut sind, können an dieser Stelle die Hochterrassenschotter (aus „Älteren Schottern“) von den Niederterrassenschottern (des Schwemmfächers) durch eine „Terrassenkante“ getrennt werden.

ERB (1936:16) hat die Vorkommen der "Älteren Schotter" geomorphologisch als Terrasse, stratigraphisch als Hochterrasse bezeichnet (ZOLLINGER 1982). Sie werden am Schwarzwaldwestrand von jüngeren Sedimenten überdeckt. Nur der jeweilige Schotterkörper mit dem gegenüber den Rheinterrassen stärkeren Gefälle bildet hier die eigentliche Terrassenfläche, während die mächtigen Lößlehmdecken das prägende Element des rezenten Georeliefes darstellen. Vom Terrassenrelief ist daher nichts mehr sichtbar.

Die würmzeitlichen Kiese des *Schwemmfächers* hingegen weisen auch heute noch eine geneigte Terrassenfläche auf. Die Niederterrassenschotter wurden im Holozän auch nur von wenige Dezimeter mächtigen Sanden und Auelehmen überdeckt. Hangfazies-sedimente und Flußablagerungen verzahnen sich also am Schwarzwaldwestrand in horizontaler und vertikaler Folge.

Insgesamt gesehen ergibt sich im Kartierungsgebiet zwischen Georelief, Geomorphogenese und Substratverbreitung ein gut gegliederter *räumlicher Zusammenhang*: Die steilgeneigten Schwarzwaldhänge sind

<sup>4</sup> Freundliche mündliche Mitteilung der Herrn Dr. R. DEHN und Dr. P. SCHMIDT-THOMÉ, Landesdenkmalamt, Abteilung Bodenpflege, Freiburg im Breisgau.

mit Periglazialschuttdecken überzogen, während am Hangfuß eine Verzahnung von Schottern und äolisch abgelagerten, mehrfach überprägten Lössen besteht. Mächtige Lößlehmdecken über Schottern treten geomorphologisch als flachgeneigte Kuppen mit relik-

haft auftretendem Schwemmfächerrelief auf, während Auelehmdecken über unverwitterten Kiesen als Talniederungen dazwischengeschaltet sind. Beide Georeliefeinheiten wurden im Holozän vielfach durch Gerinnesysteme zerschnitten und gegliedert.

#### 4. Literatur

- AHNERT, F. 1981: Entwicklung, Stellung und Aufgabe der angewandten Geomorphologie. — Aachener Geogr. Arb., 14 (Festschrift für Felix Monheim zum 65. Geb.): 39-65, Aachen.
- ERB, L. 1936: Zur Stratigraphie des mittleren und jüngeren Diluviums in Südwestdeutschland und dem schweizerischen Grenzgebiet. — Mitt. Bad. Geol. Landesamt, 11: 187-220, Heidelberg.
- GUENTHER, E. W. 1938: Der geologische Bau der Vorbergzone im Breisgau zwischen Staufen und dem Schönberg. — Ber. Naturf. Ges., Freiburg i. Br., 36: 59-81, Freiburg i. Br.
- KRAFT, G. 1928: Vorgeschichtliche Siedlungen im Breisgau. — Badische Fundberichte, 11: 352-372, Freiburg i. Br.
- KUGLER, H. 1965: Aufgabe, Grundsätze und methodische Wege für großmaßstäbiges geomorphologisches Kartieren. — Pet. Geogr. Mitt., 109: 241-257, Gotha.
- LESER, H. 1980: Maßstabsgebundene Darstellungs- und Auswertungsprobleme geomorphologischer Karten am Beispiel der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25). — Berliner Geogr. Abh., 31: 49-65, Berlin.
- LESER, H. 1983: Die geomorphologische Kartierung 1 : 25 000 des Blattes Mössingen (Raum Tübingen, Baden-Württemberg). Ein Diskussionsbeitrag zum GMK-Projekt. — Erdkunde, 37: 249-258, Bonn.
- LESER, H. 1984: Aktuelle konzeptionelle Fragen der GMK 25. Überlegungen zum Zusammenhang zwischen legendentechnischen und forschungspolitischen Aspekten bei der Herstellung der Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000. — Kartogr. Nachr., 34: 161-174, Bonn-Bad Godesberg.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1975: Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25 000. — 2. veränderte Auflage. Berliner Geogr. Abh., Sonderheft: 1-39, Berlin.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1980: Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25) — 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. — Berliner Geogr. Abh., 31: 91-100, Berlin.
- MÄUSBACHER, R. 1981: Geomorphologische Kartierung in Oobloyah-Tal, N-Ellesmere Island, N.W.T., Canada. — Heidelberger Geogr. Arb., 69: 413-440, Heidelberg.
- ZOLLINGER, G. 1982: Geomorphologische Studien am Noring Grund bei Ehrenkirchen/Breisgau. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 71/72: 65-77, Freiburg i. Br.
- ZOLLINGER, G. 1984: Die Landschaftsentwicklung am Schwarzwald-Westrand zwischen Müllheim und Freiburg. — Diss. Geowiss. Fak. Univ. Freiburg im Breisgau: 1-192, Freiburg i. Br. (als Manuskript vervielfältigt).

#### 5. Karten

- ATLAS der Gemarkung Ehrenstetten bearbeitet in Gemäßheit des Gesetzes vom 26. März 1852 unter Obsorge der Staatsverwaltung in den Jahren 1878 bis 1883 (Übersichtsplan 1 : 10 000, Einzelpläne 1 : 1 500), S. 1.
- DEUTSCHE GRUNDKARTE 1 : 5 000, Blatt 8012, 28 Ehrenkirchen.
- DEUTSCHE GRUNDKARTE 1 : 5 000, Blatt 8112, 4 Rothof.

#### *Anschrift der Autoren:*

Prof. Dr. HARTMUT LESER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.

Dr. GABY ZOLLINGER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.





## Großmaßstäbige geomorphologische Kartierung auf Blatt 4 - 9672 L Asel (TK 25: 4819 Fürstenberg, Nordhessen)

mit 2 Abbildungen und einer Kartenbeilage

JOHANNES PREUSS

**K u r z f a s s u n g:** Die Ergebnisse der geomorphologischen Kartierung eines Geländeausschnittes nördlich des Ederstausees im Maßstab 1 : 5 000 werden im Maßstab 1 : 10 000 vorgelegt. Sie bilden den Ausgangspunkt einer teils bereits realisierten Konzeption einer GMK 5 auf der Grundlage der "Grünen Legende" (LESER & STÄBLEIN 1975) und der Hessischen Luftbildkarte. Neben dem Vergleich der Inhalte und der Darstellungsmöglichkeiten von GMK 25 und GMK 5 stehen Überlegungen zur quantitativen Kartierung der Wölbung im Vordergrund der Betrachtung. Die hier konzipierte GMK 5 liefert als Teil der geo- und biowissenschaftlichen Raum- und Systemanalyse geomorphologische Informationen mit großer Lagegenauigkeit. Der objektbezogene Einsatz der GMK 5 erscheint besonders für die untere Planungsebene sinnvoll.

*Geomorphological mapping on aerial photo map 1 : 5 000*

**S u m m a r y:** The results of the geomorphological mapping, scale 1 : 5 000, of an area north of Lake Edersee (Northern Hesse) are presented in the scale 1 : 10 000. These results are fundamental for the discussion about a geomorphological 1 : 5 000 map (GMK 5) with reference to the "Grüne Legende" (LESER & STÄBLEIN 1975) and the general aerial-photo map 1 : 5 000 (Hessische Luftbildkarte). One of the aims of the investigation is to compare

the contents of GMK 25 and GMK 5 and the possibilities of presenting them. Another is to find solutions for quantitative mapping of relief curvature. The conception of the GMK 5 is part of the geoecological spatial- and system analysis and gives geomorphological information on exact positions. The use of the GMK 5 seems to be appropriate for large-scale planning in particular.

*La carte géomorphologique fondée sur la carte aérienne 1 : 5 000*

**R é s u m é:** Il s'agit ici des résultats d'un relevé géomorphologique effectué dans une partie au nord du barrage d'Eder et représenté à l'échelle 1 : 10 000 au lieu de 1 : 5 000. Ces résultats sont à la base d'une conception partiellement réalisée à partir d'une carte géomorphologique (GMK 5) fondée sur la "légende verte" (LESER & STÄBLEIN 1975) et la carte aérienne hessoise. Au centre du champ d'étude se trouve la comparaison des contenus et des différentes façons de représentation de la carte géomorphologique GMK 25 et la carte géomorphologique GMK 5 aussi bien que les réflexions portant sur la cartographie quantitative du bombement. Cette carte géomorphologique, qui fait partie de l'analyse spatiale et systématique, profite d'une grande exactitude de position. Ainsi, elle est recommandée pour une utilisation concrète quant au niveau inférieur de planification.

### Inhaltsübersicht:

1. Einleitung und Problemstellung
2. Aufnahmetechnik und Legende
  - 2.1 Kartiergrundlage
  - 2.2 Vorteile der Verwendung der Hessischen Luftbildkarte als Kartiergrundlage
  - 2.3 Durchführung der Kartierung
    - 2.3.1 Kartierung und Darstellung des oberflächennahen Untergrundes
    - 2.3.2 Bestimmung der Wölbungsradien
      - 2.3.2.1 Entwurf eines Meßgerätes zur Bestimmung von Wölbungsradien kleiner 100 m
      - 2.3.2.2 Vorläufige kartographische Lösung der Wölbungsdarstellung in der GMK 5
    - 2.3.3 Zeichenschlüssel
      - 2.3.3.1 Stufen, Kanten, Böschungen, Kleinformen
      - 2.3.3.2 Formen, Prozeßspuren
      - 2.3.3.3 Oberflächennaher Untergrund
      - 2.3.3.4 Prozeß- und Strukturbereiche
      - 2.3.3.5 Hydrographie
      - 2.3.3.6 Verwendung der Flächenfarben
  3. Ausblick
  4. Erläuterung zum Kartiergebiet
  5. Literatur

## 1. Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen der Ausbildung von Diplom-Geographen wird am Fachbereich Geographie in Marburg eine Übung mit dem Thema "Physisch-geographische Kartierung" angeboten. Aus dieser Veranstaltung und fünf individuellen Kartenpraktika ist im Sommersemester 1984 die vorliegende Geomorphologische Karte (s. Kartenbeilage) hervorgegangen. Sie wurde im Gelände im Maßstab 1 : 5 000 aufgenommen und nachfolgend in 1 : 10 000 verkleinert. Aus den bei dieser Kartierung und der Bearbeitung der GMK 25 Blatt 6013 Bingen (ANDRES & PREUSS 1983) gewonnenen Erfahrungen wurde abgeleitet, daß die

Bearbeitung eines Blattes einer GMK 5 vordringlich ist, wobei die *Totalkartierung* der gewölbten Relief-elemente und *Relieffacetten* im Sinne von KUGLER (1964, 1985) anzustreben wäre.

Die beiliegende Karte zeigt, was unter Verwendung einfacher kartographischer und darstellungstechnischer Mittel möglich ist. Sie zeigt auch, daß die Totalkartierung des Reliefs und die daraus folgende höhere *Informationsdichte* einen größeren Maßstab als 1 : 10 000 erforderlich macht.

## 2. Aufnahmetechnik und Legende der GMK 5

### 2.1 Kartiergrundlage

Grundlage der hier vorgestellten Kartierung ist die Hessische *Luftbildkarte* 1 : 5 000 (LK5 Gr), die durch Differentialentzerrung mit dem Orthoprojektor erzeugt und als gerasterte lichtpausfähige Vorlage vom Hessischen Landesvermessungsamt vertrieben wird. Gleichzeitig mit der Differentialentzerrung entsteht die Geländeplatte, deren Höhenlinien sich in dichten Waldgebieten allerdings auf die Baumwipfel beziehen und daher nicht verwertbar sind. Da das Kartiergebiet größtenteils bewaldet ist, wurde auf die Geländeplatte verzichtet und statt dessen eine Vergrößerung der TK 25 in 1 : 5 000 (TKV 5) in die LK5 Gr eingepaust. Zur Erleichterung und Sicherung der Ortsbestimmung nach Rechts- und Hochwert wurde ein Millimeternetz unterlegt.

Bewährt haben sich als Kartiergrundlage Lichtpausen mit Ozalid-"Ultra Blau", da Bleistiftstriche und Farbstifte besser erkennbar sind als auf schwarzen Pausen. Bei Regen scheint aber das blaue Papier stärker zu verwaschen als schwarzes. Für weitere Bearbeitungsschritte wurde mit Ozalid "Zweifarbepapier" erfolgreich experimentiert (z.B. Grundriß: rotbraun, Wöblungslinien: schwarz).

Neben blauen Pausen der LK5 Gr mit TKV 5 und Millimeternetz stand den Kartierern ferner ein kontrastreicher schwarzer Abzug der LK5 Gr zur Verfügung.

### 2.2 Vorteile der Verwendung der Hessischen Luftbildkarte LK5 Gr als Kartiergrundlage

Die Vorteile der Hessischen Luftbildkarte sind:

1. Die maximale topographische Information bei hoher Genauigkeit. Die Abweichungen der TKV 5 und der LK5 Gr können bei Waldwegen 20-30 m betragen. Ursache sind Ungenauigkeiten der TKV 5.
2. Die extrem große Zahl von Orientierungspunkten, auch in Waldgebieten. Die Mehrschichtigkeit der blauen Lichtpause führt dazu, daß die Bodenbedeckung nicht immer klar erkennbar ist. Daher wurde den Kartierern eine schwarze Pause beigegeben.
3. Die aus dem Maßstab abzuleitende hohe potentielle Genauigkeit (1 mm = 5 m). Dadurch wird bei vielen Phänomenen der Grenzwert einer visuellen Kartierbarkeit erreicht. Bei Wöblungslinien erreichten die Kartierer im Verlauf von drei Kartierungen eine Reproduzierbarkeit der Lage der Wöblungsscheitel von 20 bis 50 m. Böschungen und Kleinformen können wesentlich genauer aufgenommen werden. Hier erweist sich die Überlagerung mit der vergrößerten TK 25 (TKV 5) als nachteilig, da zwischen TKV 5 und LK5 Gr häufig Abweichungen vorkommen und die Kartierer dann dazu neigen, die TKV 5 als "richtig" anzusehen.

4. Die einfache Herstellung und bisherige Verwendung. Ein Blatt der LK 5 kann vom Landesvermessungsamt in etwa 5 Tagen erstellt werden. Die Kosten liegen bei etwa 3 000 DM (KOLLMAR 1986:18). Kartierungen könnten folglich auf neuesten oder besonders geeigneten Luftbildern ausgeführt werden.

Die LK 5 wird bereits (KOLLMAR 1986:19), soweit dies aus den Verkaufsunterlagen des Hessischen Landesvermessungsamtes hervorgeht, in den Gemeinden, Gemeindeverbänden, Kreis- und Landesbehörden sowie in der Industrie, für Kataster aller Art, Versorgungs- und Entsorgungsplanung, Landschaftspflege, Landschaftsschutz, Flurbereinigung, Forsteinrichtung, Straßenplanung usw. benutzt.

### 2.3 Durchführung der Kartierung

Die Durchführung der Kartierung erfolgte in enger Anlehnung an die "Grüne Legende" (LESER & STÄBLEIN 1975) und die "Bodenkundliche Kartieranleitung" (BGR 1982).

#### 2.3.1 Kartierung des oberflächennahen Untergrundes

Für den Maßstab 1 : 5 000 erwiesen sich die von der GMK 25 vorgegebenen Bohrabstände von 100 m als zu weit abständig. Zumindest die Verdoppelung der Anzahl der Bohrpunkte je Quadratkilometer erschien notwendig. Dies wurde durch ein zweites, in Rechts- und Hochwert um 50 m versetztes Bohrnetz erreicht. Gleichzeitig konnten dadurch die Ergebnisse der Sondierungen des ersten Netzes geprüft werden. Die Bestimmung der Bodenart erfolgte im Gelände mit der "Fingerprobe".

#### 2.3.2 Bestimmung der Wölbungsradien

Als nicht praktikabel erwies sich bei der Kartierung im Maßstab 1 : 5 000 die Bestimmung der Wölbungsradien mit der in der "Grünen Legende" angegebenen Methode bei Werten kleiner als 100 m. Der Wunsch nach einer differenzierten Untergliederung der Wölbungsradien führte zu zahlreichen Messungen mit der von DOMOGALLA, MAIR und SCHMIDT (1974) angegebenen Technik. Deren Ergebnisse machten die nachfolgenden Überlegungen notwendig:

Zur Bestimmung des Wölbungsradius werden drei Punkte benötigt (Abb. 1). Sie müssen auf der Kreisbogenstrecke ( $e_1 + e_2$ ) des Kreises liegen, dessen Radius gesucht ist. Einer dieser Punkte ist durch den Wölbungsscheitel festgelegt. Die beiden anderen müssen zwischen dem Wölbungsscheitel und dem Berührungspunkt der Tangente (Hang) liegen. Wird

ein Teil des die Tangente bildenden, anders gewölbten Hanges in die Messung einbezogen, so vergrößert sich dadurch fälschlicherweise der Wert des Wölbungsradius. Dieses Problem tritt vor allem bei kleinen Radien und/oder kleinen Mittelpunktswinkeln auf.

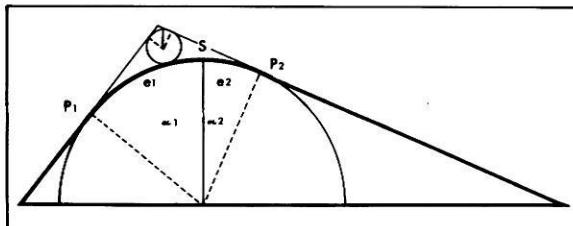


Abb. 1: Geometrische Beziehungen am Wölbungskreis. Meßtechnische Probleme treten bei kleinen Radien und/oder kleinen Mittelpunktswinkeln auf.

Die in der GMK 25 gewählten Schwellenwerte von 300 und 600 m für den Radius des Krümmungskreises sind problemlos zu bestimmen, da  $P_1$  und  $P_2$  zumeist mehr als etwa 25 m vom Scheitel entfernt sind. In der GMK 5 sollten aber gerade die kleinen Wölbungsradien quantitativ dargestellt werden, da vermutet wird, daß sie unter vergleichbaren geomorphogenetischen Voraussetzungen die geologische Struktur und das Ausgangsgestein erkennen lassen. Bekanntlich sind konvexe und konkave Wölbungslinien Merkmale, die auch bei geologischen und bodenkundlichen Kartierungen Verwendung finden. Die Entwicklung einer Meßtechnik zur Bestimmung der Wölbungsradien und der Richtung und Neigung des Wölbungsscheitels wäre deshalb nicht nur für die Geomorphologie von Bedeutung, sondern auch für diese Nachbarwissenschaften.

##### 2.3.2.1 Entwurf eines Meßgerätes zur Bestimmung von Wölbungsradien kleiner 100 m

Die Lösung des Problems wird in einem zu entwickelnden optischen Meßgerät gesehen. Kompaß, Neigungsmesser und eine optische Anordnung zum Vergleich eines Standardkreises mit einer gegebenen Wölbung des Reliefs wären in einem Gerät zu integrieren. Die Entfernung zwischen Gerät und Wölbungsscheitel wäre zu messen. Zum Beispiel würden Distanzstriche im Meßgerät in Verbindung mit einer Meßlatte diese Entfernungsmessung im Rahmen der zu fordernden Genauigkeit ermöglichen. Optimal wäre es, wenn die gemessene Entfernung gleichzeitig dem Wölbungsradius entsprechen würde. Das Gerät müßte lichtstark sein, damit die Messungen auch im Wald durchgeführt werden könnten.



Diese optische Anordnung ist im einfachsten Falle durch Auge und Daumenkuppe realisiert. Beträgt die Entfernung zwischen Auge und Daumen z.B. 0,6 m und der Radius der Daumenkuppe 0,01 m, so beträgt der Radius eines von der Daumenkuppe gerade bedeckten Rückens in 60 m Entfernung 1 m. Durch die Verkürzung der Strecke Auge-Standardkreis (Daumen) wird eine Verkürzung der Meßstrecke bzw. bei gleicher Meßstrecke eine Vergrößerung des meßbaren Wölbungsradius möglich.

### 2.3.2.2 Vorläufige kartographische Lösung der Wölbungsdarstellung in der GMK 5

Da zur Zeit keine geeignete quantitative Meßmethode für Wölbungsradien kleiner 100 m vorliegt, wurde bei der Kartierung nur die qualitative Erhebung der Wölbungsradien vorgenommen. Folglich kann vorläufig nur die Wölbungsart (konvex, konkav) und die Richtung und Neigung des Wölbungsscheitels dargestellt werden.

### 2.3.3 Zeichenschlüssel

Der verwendete Zeichenschlüssel entspricht dem der GMK 25 und hat sich bewährt. Der Grenzwert für die Darstellung von Reliefelementen wurde dem größeren Maßstab entsprechend auf B größer 20 m bzw. für die Kleinformen, (kleinere Tiefenlinien 5.6 bis 5.8 der "Grünen Legende") auf B kleiner 5 m festgelegt.

#### 2.3.3.1 Stufen, Kanten, Böschungen, Kleinformen

Die Darstellung von Stufen, Kanten und Böschungen erfolgte durch die Kombination von Höhe (4.1 bis 4.4 der "Grünen Legende") und Neigung (4.9 bis 4.11 der "Grünen Legende"), da beide Werte im Gelände mit einem Neigungsmesser mit Grad und Prozenteinteilung leicht gemessen werden können.

Der graphischen Übergewichtung der Wegeböschungen wird dadurch entgegengewirkt, daß die die Neigung kennzeichnenden Zähne nicht flächenhaft, d.h. als schwarze Drei- und Vierecke, dargestellt werden, sondern nur als Linien. Eine Lösung für den Druck wäre auch, wie dies die "Grüne Legende" vorsieht, die Signaturen in Braun bzw. der jeweiligen Prozeßfarbe darzustellen. Als Folge der Verminderung der relevanten Basisbreite entfallen die Signaturen für Täler (5.1 bis 5.5 der "Grünen Legende") weitgehend. Häufig sind, wie auch bei der GMK 25, die Kleinformen Tiefenlinien. Sie werden ab 20 m Basisbreite durch relativ einfache Zeichen dargestellt. Die muldenförmige Tiefenlinie (5.6) kann zugunsten einer konkaven Wölbungslinie entfallen. Kasten-

und kerbenförmige Tiefenlinien (5.7 und 5.8) bleiben in der Form der GMK 25 erhalten. Kastenförmige Tiefenlinien werden kartiert bei senkrechten Wänden und einer Breite des Bodens der Kleinform von mehr als 1 m. Umgekehrt sind kerbenförmige Tiefenlinien flach- bis steilgebösch, und die Breite ihres Bodens beträgt weniger als 5 m. Durch die Kombination beider Zeichen kann Asymmetrie ausgedrückt werden. Da die Formen der aktuellen Seiten- und Tiefenerosion kleinerer Fließgewässer (Grundrißbreite kleiner 10 m) auch in der GMK 5 wegen Platzmangels nicht lagerichtig dargestellt werden können, sind in die Tiefenliniensignaturen die Prozeßzeichen für Seiten- und Tiefenerosion bzw. Unterspülung (12.14 bis 12.17 der "Grünen Legende") zu integrieren.

Aufgrund der verminderten Basisbreite entfallen auch die Signaturen für kleine Einzelformen (6.1 bis 6.4 der "Grünen Legende") weitgehend. Wesentlich bleibt die Möglichkeit der Darstellung von flächenhaft auftretenden Kleinformen durch Summensymbole. Die Angabe der mittleren Basisbreite und mittleren Höhe dieser Kleinformen erscheint aber sinnvoll.

Wesentlich wäre auch die Darstellung der "Verschachtelung" des Reliefs. Sie könnte durch eine graphische Zuordnung der Reliefelemente und Facetten zum Makro-, Meso- und Mikro-Formenschatz erfolgen.

#### 2.3.3.2 Formen, Prozeßspuren

Die Signaturen für Formen und Prozeßspuren (7.1 bis 7.5 der "Grünen Legende") werden erweitert um Zeichen zur Kennzeichnung lokaler Besonderheiten, wie sie in der "Grünen Legende" auch in der Signaturengruppe 15 (15.1 bis 15.10) genannt werden. Dabei soll es sich um Objekte von Bedeutung handeln bzw. um solche mit "Natur- und Kulturdenkmal"-Charakter. Gerade eine planungsrelevante Karte sollte diese oft unwiederbringlichen Dokumente des natur- und kulturlandschaftlichen Entwicklungsprozesses ausweisen, um ihren Bestand zu sichern.

#### 2.3.3.3 Oberflächennaher Untergrund

Die Darstellung der Körnung erfolgt mit den Symbolen der GMK 25. Bei den Signaturen (8.1 bis 11.14 der "Grünen Legende") wird folglich keine Änderung notwendig. Die Areale werden durch Interpolation zwischen den Mittelwerten der für die Bodenarten angegebenen Werte der Ton- und Schluff-Fraktion (BGR 1982:79-83) abgegrenzt. Bei der Interpolation zeigte sich, daß häufig Zusatzbohrungen erforderlich waren, um die Entscheidung über den Verlauf der Grenzlinie treffen zu können.

Eine Verbesserung der Darstellung des aufwendig zu erhebenden oberflächennahen Untergrundes würde sich ergeben, wenn die Bohrpunkte mit den Angaben der Horizontgrenzen sowie den Bodenarten- und Bodentypensignaturen auf der Rückseite des Kartenblattes lagertreu so aufgedruckt würden, daß sie im Durchlicht auf der Vorderseite erkennbar wären.

#### 2.3.3.4 Prozeß- und Strukturbereiche

In der GMK 5 soll von der Möglichkeit Gebrauch gemacht werden, die Materialsignaturen, ebenso wie die Böschungs- und Wölbungssignaturen und die Prozeßzeichen, in den Prozeßfarben auszudrucken. Dadurch könnte die Prozeßfarbe als Flächenfarbe entfallen, und es würde ein Formungsprozeß nur noch dort in Erscheinung treten, wo auch entsprechende Belege vorhanden sind.

#### 2.3.3.5 Hydrographie

Die Erhebung der GMK 25-typischen hydrographischen Inhalte wird durch die wesentlich kürzere Bearbeitungszeit der GMK 5 erschwert, so daß lediglich der Ist-Stand zum Zeitpunkt der Kartierung dargestellt werden kann, erweitert durch die Interpretation botanischer, bodenkundlicher und sedimentologischer Merkmale.

#### 2.3.3.6 Verwendung der Flächenfarben

Die veränderte Darstellung der geomorphologischen Prozeß- und Strukturbereiche (vgl. 2.2.3.4) eröffnet die Möglichkeit, die *Flächenfarben* mit einem neuen Inhalt zu belegen. Vorgeschlagen wird, Exposition und Neigung in geeigneter Weise zu kombinieren. Bei vollständiger Kartierung der einheitlich gewölbten Reliefelemente würde die GMK 5 zur Herausarbeitung einfachster homogener Reliefeinheiten führen, die nach KUGLER (1985:84) als Facetten bezeichnet werden. Diesen gestreckten Flächen könnten die realen Meßwerte von Neigung und Exposition zugeschrieben werden, so daß eine größere Unabhängigkeit von den Vorgaben des Höhenlinienbildes die Folge wäre. Die gewölbten Reliefelemente könnten entweder durch Mittelwerte ihrer Exposition und Neigung gekennzeichnet werden oder durch eine Abstufung von Neigungs- und Expositionsclassen. Eine kombinierte Darstellung durch Farbton (Neigung) und Schraffur/Helligkeit (Exposition) könnte bei günstig gewählter Abstufung zu einem reliefbetonenden Effekt führen.

Die Darstellung der Exposition durch die potentielle Besonnung ist aus zwei Gründen keine geeignete Lösung; erstens ist die Besonnung von Neigung *und* Exposition abhängig, und zweitens ist die Exposition zum Niederschlag oder zu bestimmten wetterlagenbedingten Erscheinungen ebenfalls bedeutsam.

### 3. Ausblick

Die hier konzipierte GMK 5 auf der Basis der Hessischen Luftbildkarte LK5 Gr liefert als Teil der geo- und biowissenschaftlichen Raum- und Systemanalyse geomorphologische Informationen in einem grundsätzlich planungsrelevanten Maßstab. Die Kartengrundlage ist parzellenscharf und besonders anschau-

lich. Es ist nicht an ein flächendeckendes Kartenwerk gedacht, sondern der Vorteil der GMK 5 liegt in ihrer objektbezogenen planerischen Verwertbarkeit für die untere Planungsebene (Flächennutzungs-, Landschafts- und Bauleitplanung etc.).

### 4. Erläuterung zum Kartiergebiet

Die vorliegende Kartierung (s. Kartenbeilage) umfaßt Teile der TK 25 Fürstenberg (4319) und Korbach (4719). Das Kartiergebiet liegt an der Grenze zwischen den Naturräumen Kellerwald und Waldecker Tafel. Der Reliefsockel wird aus Tonschiefern und Grauwacken des Karbons aufgebaut (Abb. 2). Die Schichten sind gefaltet, vielfältig zerbrochen und verstellt, Überschiebungen sind häufig. Am nördli-

chen Rand des Kartiergebietes treten in einem kleinen Graben Tone und Kalke des Zechstein auf.

Morphologisch ist der Gegensatz zwischen flächenhaften Formen und tief eingeschnittenen Tälern mit überwiegend steilen Hängen vorherrschend. Die maximale Basisdistanz im kartierten Geländeausschnitt beträgt 170 m (395 m NN Hochstein, 225 m NN Eder

am nördlichen Blattrand). Der Spiegel des Ederstausees liegt bei maximalem Aufstau bei 245 m NN.

Flächen sind zwischen 410 m und etwa 300 m NN ausgebildet. Die obere Fläche zieht weiträumig über Buntsandstein, Perm und Karbon hinweg. Niveaus zwischen 380 m und 320 m NN sind hingegen als exhumierte verstellte Teile der in Schollen zerbrochenen Rumpffläche anzusehen, über die das Zechsteinmeer transgredierte. Wie KULICK (1968) zeigen konnte, liegt die Basis des Zechsteins am südlichen Blattrand der GK 25 Korbach, bedingt durch tektonische Verstellungen, zwischen 320 m und 390 m NN. Reste von Kalken und Tonen des Zechsteins finden sich lokal auch im Kartiergebiet. Die fluviale Gestaltung der flächenhaften Niveaus unterhalb 320 m NN ist nicht belegbar.

Die steilen Talhänge werden durch flache Rücken, Hangdellen und kleine Tälchen gegliedert. Die struk-

turelle und tektonische Vorprägung dieser Hänge wurde durch pleistozäne Hangformungsprozesse sichtbar. Teils wurden diese Vorgänge durch die fluviale Lateralerosion der Eder beschleunigt. Mächtige, gegliederte Schuttdecken nehmen die Dellen und Tiefenlinien sowie konkave Reliefelemente der Hänge ein. Am Unterhang und Hangfuß treten Lößakkumulationen, Schwemmfächer und Schuttsäume auf. Auf ihnen sind meist Parabraunerden entwickelt. Sonst herrschen Braunerden und Ranker vor (SEM-MEL 1968, 1977). Mehrere fluviale Terrassen der Eder und ihrer Nebenbäche und mehrere Schwemmfächergenerationen können unterschieden werden.

Insgesamt erweist sich im Bereich der Hänge und Talböden des Kartiergebietes die pleistozäne Formung als dominant. Die Hochflächen unter 380 m NN gehen auf eine exhumierte Rumpffläche des Karbon-Perm zurück. Im Holozän erfolgte die Bodenbildung, und in jüngerer Zeit hat der Einfluß des Menschen deutlich zugenommen.

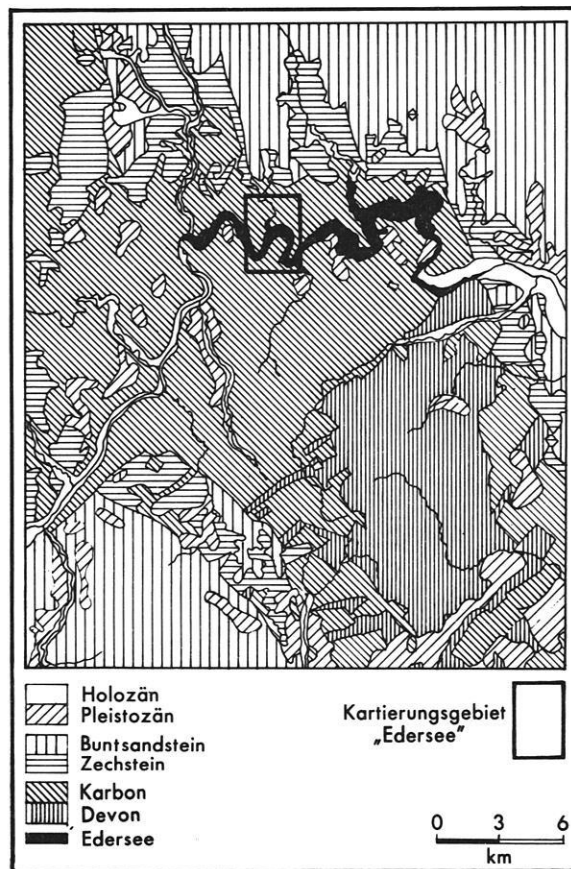


Abb. 2: Lage des Kartiergebietes an der Grenze zwischen Kellerwald-Horst und Waldecker Tafel, nördlich des Edersees.

## 5. Literatur

- ANDRES, W. & PREUSS, J. 1983: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland GMK 25 Blatt 11, 6013 Bingen. – 1-69, Berlin.
- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (Hg) 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. – 3. Aufl., 1-331, Hannover.
- DOMOGALLA, P., MAIR, G. & SCHMIDT, R.-G. 1974: Ein Beitrag zur quantitativen Erfassung des Reliefs für die Darstellung in geomorphologischen Karten. – Kartogr. Nachr., 24: 99-104, Bonn-Bad Godesberg.
- KOLLMAR, G. 1986: Großmaßstäbige topographische Karten und Luftbildkarten. – Geographie und Schule, 39: 15-19, Köln.
- KUGLER, H. 1964: Die Geomorphologische Reliefanalyse als Grundlage großmaßstäbiger geomorphologischer Kartierung. – Wiss. Veröff. d. Deut. Inst. f. Ldk., NF 21/22: 541-655, Leipzig.
- KUGLER, H. 1985: Allgemeine Geomorphologie. – In: HARKE, H. et al 1985: Lehrbuch der Physischen Geographie: 77-89, Thun, Frankfurt/Main.
- KULICK, J. 1968: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000 Blatt Nr. 4719 Korbach. – 1-272, Wiesbaden.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1975: Geomorphologische Kartierung, 2. veränderte Aufl., Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25 000. – Berliner Geogr. Abh., Sonderheft: 1-39, Berlin.
- SEMMELE, A. 1968: Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. – Frankfurter Geogr. Hefte, 45: 1-133, Frankfurt/Main.
- SEMMELE, A. 1983: Grundzüge der Bodengeographie. – 2. Aufl., 1-123, Stuttgart.

*Anschrift des Autors:*

Dr. JOHANNES PREUSS, Fachbereich Geographie der Philipps-Universität Marburg, Deutschhausstraße 10, 3550 Marburg/Lahn.



# Anwendungsmöglichkeiten der GMK

## Ein Beispiel aus dem tropischen Hochland Äthiopiens

mit 2 Abbildungen

ROLAND BONO & WOLFGANG SEILER

**K u r z f a s s u n g:** In dieser Arbeit wird besonders die Kartierungsmethode der GMK 25, die in einem Schwerpunktsprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft entwickelt worden ist, betrachtet. Einerseits wird die Anwendbarkeit der Legende im tropischen Hochland Äthiopiens diskutiert und auch für großmaßstäbliche Kartierungen (1 : 5 000, 1 : 10 000) als einfach verwendbar befunden. Andererseits werden Zusammenhänge zwischen geomorphologischen Eigenschaften und der Bodenverbreitung aufgezeigt und es wird betont, daß mit verstärkter Forschung in diese Richtung Hilfsmittel für die Bodenkartierung mittels Luftbild erarbeitet werden können.

*Applicability of the GMK in the tropical Highlands of Ethiopia.*

**S u m m a r y:** This paper examines a geomorphological mapping method developed in a research project (GMK 25) of the Deutsche Forschungsgemeinschaft. First, the study discusses the wider applica-

bility of the GMK 25 set of mapping symbols (Grüne Legende) i.e. on larger scales (1 : 5000, 1 : 10 000) and demonstrates it to be usable in the tropical Highland of Ethiopia. Secondly, it explores relationships between geomorphological features and soil patterns. The paper argues that these relationships need further research before they can become a helpful tool of soil surveys prepared from air photography.

*L' applicabilité de la méthode cartographique de la GMK pour les hautes terres tropicales éthiopiennes.*

**R é s u m é:** Les auteurs portent leur attention sur la méthode cartographique de la GMK 25, développée par la Deutsche Forschungsgemeinschaft. D'une part, ils examinent l'applicabilité de la légende pour les hautes terres tropicales éthiopiennes et la considèrent comme étant simple. D'autre part, ils relèvent les rapports existant entre les caractéristiques géomorphologiques et la répartition des sols, et soulignent qu'une recherche intensifiée dans ce domaine permettrait d'élaborer des outils pour le lever du sol par photographie aérienne.

### Inhaltsübersicht

1. Projektrahmen und Untersuchungsziel
2. Untersuchungsgebiet
3. Anwendung der Grünen Legende im tropischen Hochland Äthiopiens
4. Einige Zusammenhänge zwischen geomorphologischen Merkmalen und Bodenverbreitung im Testgebiet
5. Folgerungen und Ausblick
6. Literatur

### 1. Projektrahmen und Untersuchungsziel

Die vorliegende Arbeit wurde während eines viermonatigen Äthiopienaufenthaltes (1982/83) im Rahmen des "Soil Conservation Research Projects" (SCRIP) aufgeführt. Es handelt sich dabei um ein von der Schweiz (Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe DEH) finanziertes und

vom Geographischen Institut der Universität Bern in Zusammenarbeit mit der United Nations University of Tokyo ausgeführtes Entwicklungshilfe- und Forschungsprojekt. Das Projekt konzentriert sich im weitesten Sinne auf die Ressource Boden und ihre Erhaltung als landwirtschaftliche Produktionsbasis. De-

taillierte Erläuterungen zu Projektrahmen, Aktivitäten und Resultaten werden von der Projektleitung jährlich publiziert (HURNI 1982b, 1982c ff).

Seit 1981 werden in vier Testgebieten (9-12 km<sup>2</sup>), die verschiedene Typlandschaften des äthiopischen Hochlandes repräsentieren, Grundlagendaten zum Erosionsgeschehen auf verschiedenen genutzten und geneigten Ackerflächen erhoben. Gleichzeitig wird die Sedimentfracht registriert, die dem zum Testgebiet gehörenden Einzugsgebiet (EZG) endgültig verloren geht. Daraus werden Konservierungsmaßnahmen (bestmögliche Terrassierung, Anlage von "contour bunds", optimale Bewirtschaftung usw.) abgeleitet und direkt im Testgebiet erprobt. Resultate des ersten Meßjahres aus dem Gebiet Maybar - Wello (Abb. 1) sind bei HURNI (1982c) zusammengestellt, interpretiert und für weitere Projektschritte ausgewertet.

Empfehlungen zu Konservierungsmaßnahmen verlangen neben den Kenntnissen von Mechanismen und Ausmaß morphodynamischer Prozesse auch detaillierte Bodenkarten, wie sie für die Testgebiete Hunde Lafto - Harerge<sup>1</sup> und Andit Tid - Shewa (Abb. 1)

<sup>1</sup> Dieses Testgebiet ist identisch mit Suke - Harege (vgl. Literaturverzeichnis)

vorliegen (BONO & SEILER 1983, 1984). Zusammen mit der Bodenaufnahme erfolgte im Testgebiet Hunde Lafto - Harerge die geomorphologische Kartierung des EZG, um eventuelle Zusammenhänge zwischen geomorphologischen Sachverhalten und der Bodenformenverteilung erkennen und verdeutlichen zu können. Obwohl allgemeine Beziehungen zwischen Relief und Boden mindestens seit MILNE (1935) bekannt sind und beispielsweise von CONACHER & DALRYMPLE (1978) die Disziplin "Soil Geomorphology" bzw. "Pedogeomorphology" vorgeschlagen worden ist, sind einige Arbeiten unter diesem Aspekt (GERRARD 1981, CHARTRES 1982), jedoch selten unter spezieller Berücksichtigung der morphographischen Verhältnisse ausgeführt worden. Besonders in Entwicklungsländern mit riesigen bodenkundlich nicht bearbeiteten Flächen ist die Kenntnis von Zusammenhängen zwischen Relief und Bodenformen von außerordentlicher Wichtigkeit, da es aus Aufwands- und Dringlichkeitsgründen unmöglich ist, flächendeckende Bodenkarten mit hohem Detaillierungsgrad anzufertigen. Deshalb muß zumeist auf Bodenkartierungen mittels Luftbildern (LB) ausgewichen werden. Die Qualität derartiger Kartierungen ist nicht nur maßstabsgebunden, sondern hängt auch sehr stark vom verwendeten LB - Schlüssel ab (GERRARD 1981), wobei mit CHARTRES (1982:28) gesagt werden kann: "The higher the degree of so-

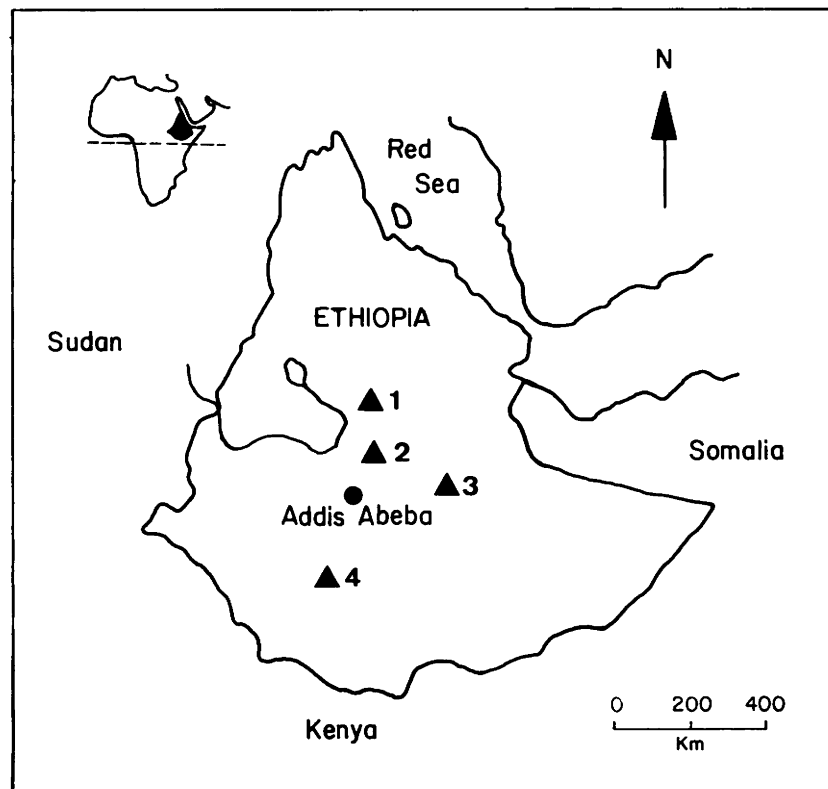


Abb. 1: Lage der Testgebiete des SCRIP im äthiopischen Hochland (1 Maybar-Wello, 2 Andit Tid-Shewa, 3 Hunde Lafto-Harerge, 4 Gununo-Sidamo).

phistication required, the more problems are likely to be involved".

Es ist anzunehmen (vgl. 4), daß die Qualität solcher Kartierungen durch Kenntnis der in entsprechenden Typlandschaften großmaßstäblich erfaßten Abhängigkeiten der Bodenformenverbreitung von im Luftbild sichtbaren geomorphologischen Sachverhalten

erheblich verbessert werden kann. Die als Grundlage dienende geomorphologische Karte wurde mittels der innerhalb des DFG-Schwerpunktprogrammes entwickelten Grünen Legende (GL) (3. Fassung, LESER & STÄBLEIN 1980) aufgenommen, so daß sich gleichzeitig ein Anwendungsbeispiel der GL in einer vom gemäßigten Klima Mitteleuropas deutlich abweichenden Klimazone ergibt.

## 2. Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet wurde das Testgebiet Hunde Lafto - Harerge gewählt, wobei die geomorphologische Kartierung auf das ca. 3 km<sup>2</sup> große EZG beschränkt bleibt (Abb. 2 u. Karte).

Die nordwestliche Wasserscheide des EZG ist Teil der Hauptwasserscheide zwischen dem Awash- und dem Wabe Shebele-Becken. Das EZG selbst liegt

zwischen 1950 und 2322 m und besitzt leicht bis sehr steil (>35%) geneigte konvexe, konkave und lineare Hänge. Auffallend sind mächtige Gullies, die die Landschaft in zungenartige, gegen unten breiter und flacher werdende Einheiten unterteilen. Die wichtigsten geologischen Formationen aus bodenkundlicher Sicht sind tertiäre alkalische, olivinreiche Basalte und Tuffe mit seltenen rhyolitischen (acidic)

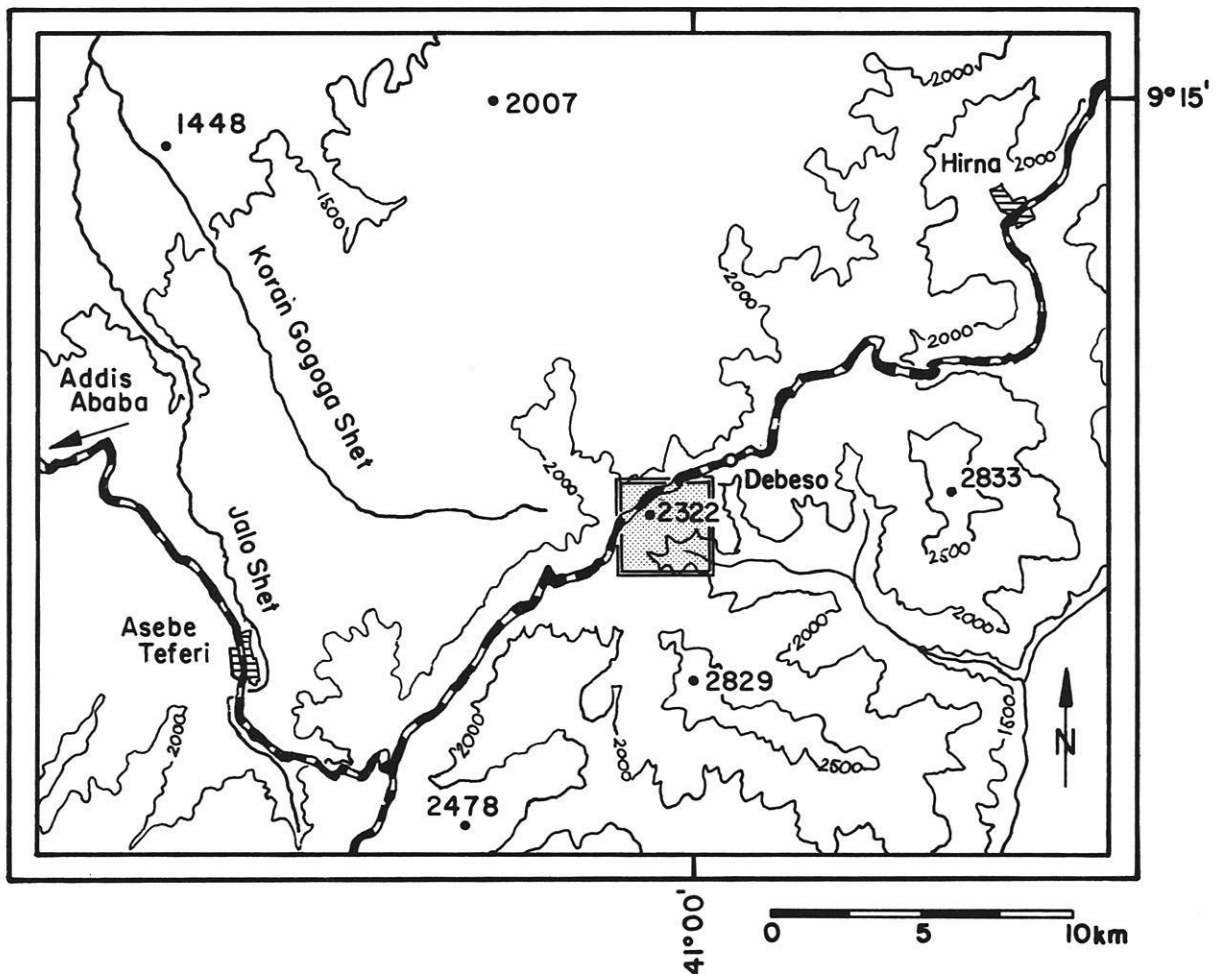


Abb. 2: Lage des Testgebietes Hunde Lafto-Harerge (Quelle: Ethiopian Mapping Agency, Series EMA 3, Sheet NC37-12, Edition 1, Dire-Dawa).



Einschlüssen aus den Trappserien. Flächenmäßig die bedeutendsten Böden sind Vertisole in den flacheren Akkumulationsbereichen und Lithosole und verschiedene damit verbundene Übergangsformen in den steileren Partien. Zusätzlich finden sich je nach Ausgangsgestein und Relieflage Cambisole und Phaeozeme sowie deren Übergangstypen zu den zwei oben erwähnten häufigsten Typen (BONO & SEILER 1983, WEIGEL schriftl. Mitt.).

Nach GAMACHU (1977) gehört das Gebiet zur Weyna Dega, einer trockenen bis subhumiden Höhenstufe mit ungefähr vier bis sechs Monaten ohne Wasserdefizit. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag von 1000-1200 mm fällt zur Hauptsache in einer

großen (Juli-September) und einer kleinen (März-April) Regenzeit. Die Periode von Oktober bis Februar ist nahezu vollständig trocken. Das maximale monatliche Temperaturmittel liegt zwischen 23-26°C und das mittlere Minimum zwischen 8°C (August) und 17°C (Juni).

Die potentielle natürliche Vegetation wäre ein Bergwald mit Juniperus, Podocarpus und Olea im höheren und mit Acacia, Cordia und Ficus im tieferen Teil (HURNI schriftl. Mitt.). Intensive landwirtschaftliche Nutzung (Sorghum, Süßkartoffeln, Getreide, Leguminosen) sowie freier Weidegang ließen aber nur noch kärgliche Reste (einzelne Bäume und Sträucher von Podocarpus, Juniperus, Acacia) davon übrig.

### 3. Anwendung der Grünen Legende im tropischen Hochland Äthiopiens

Der Beweis der Anwendbarkeit der Grünen Legende (GL) in verschiedenen Landschaftstypen Deutschlands ist durch das GMK 25-Projekt erbracht, in dessen Rahmen bis jetzt 13 Blätter fertiggestellt worden sind (ANDRES, BARSCH & STÄBLEIN 1983). Die Frage, ob die GL auch in anderen Klimazonen angewendet und/oder inwiefern sie angepaßt werden muß, ist z.Zt. Gegenstand spezifischer Kartierarbeiten. Anwendungsbeispiele im polaren Klima (MÄUSBACHER 1981) und im semiariden Südtalien (SEILER 1982) zeigten, daß die Verwendung in diesen Klimaten keine großen Probleme stellte und mit wenigen Anpassungen bzw. Erweiterungen der GL, die durch das Baukastenprinzip ohne weiteres vorgenommen werden können, die Karten erstellt werden konnten.

Grundsätzlich kann dies auch für die Anwendung der GL im tropischen Hochgebirge Äthiopiens bestätigt werden. Im folgenden seien einige ausgewählte Punkte kurz diskutiert.

Obwohl die GL für den Maßstab 1 : 25 000 konzipiert worden ist, eignete sie sich auch ausgezeichnet für die Originalkartierung im Maßstab 1 : 5 000. Selbstverständlich könnte man gewisse Formen, die in der GL zusammengefaßt sind (Kuppen, Kessel, Kanten, ...) und auch die rezente Morphodynamik im Maßstab 1 : 5 000 detaillierter aufnehmen, wobei hierfür die Legende mit entsprechenden Zeichen ergänzt werden müßte. Da bei der folgenden Generalisierung auf 1 : 10 000 oder kleiner diese Signaturen aber kaum darstellbar sein dürften, ohne die Karte zu überladen, ist ein stärkerer Detaillierungsgrad wenig sinnvoll. Dies wäre u.E. erst nötig, wenn Aufnahmen in noch größerem Maßstab verlangt wer-

den, die dann direkte Planungsgrundlagen für konkrete Projekte wären.

Bei den Gullies stellt sich die Frage, ob sie als Kerbtal oder mit Einzelsignaturen darzustellen sind. Geht man so detailliert wie möglich vor, ergibt sich in der Karte ein maßstabsgebundenes Platzproblem. So konnten die die Gullyränder darstellenden Kantenverläufe in der vorliegenden Karte nicht maßstabsgetreu eingezeichnet werden, da sich sonst bei den engen Gullies die Zahnsignaturen zumindest treffen oder überlagern würden. Aus diesem Grunde wurden auch keine zusätzlichen Signaturen zur Tiefen- und Seitenerosion eingefügt. Bei der rezenten Gullybildung, wie im vorliegenden Falle, ist diese Art von Erosionsprozessen ohnehin immer vorhanden und braucht u.E. nicht speziell eingetragen zu werden (vgl. SEILER 1982). Nur im Falle einer allgemeinen, relativen Formungsruhe mußten diese Prozesse, sofern vorhanden, eingetragen werden. Sie würden in diesem Falle ja zumindest auf eine Weiterentwicklung der Gullies oder aber eine neue Phase verstärkter Erosion hindeuten. Der Hinweis auf aktive oder inaktive Gullies kann zusätzlich über auszuscheidende Prozeßbereiche erfolgen.

Nicht mit der GL Konzeption, sondern mit dem Zeitpunkt der Kartierung hängt das Problem der perennierenden Wasserläufe zusammen. Viele waren beispielsweise zu Anfang der Kartierung (Mitte November 1982) noch perennierend und trockneten erst kurz vor Ende der Kartierung (Mitte Januar 1983) aus. Daher sind alle Wasserläufe, die bis Mitte Januar 1983 noch perennierend waren auch als solche eingetragen, obwohl es durchaus möglich ist, daß sie bis zum Beginn der kleinen Regenzeit noch austrockne-

ten. Da die topographische Grundlage, an deren Erstellung die beiden Autoren mitbeteiligt waren, die hydrographischen Verhältnisse hinreichend genau wiedergibt, mußten sie nicht zusätzlich in die geomorphologische Karte aufgenommen werden.

Die Originalkartierung wurde mit Hilfe einer provisorischen topographischen Karte ausgeführt (1 :

5 000; 10 m Isohypsen). Da diese Kartengrundlage aus technischen Gründen Mängel aufwies und parallel zu den Feldarbeiten aktualisiert wurde, muß bezüglich der Lagegenauigkeit des Karteninhaltes mit einer Ungenauigkeit von  $\pm 50$  m gerechnet werden. Insbesondere das zu diesem Zeitpunkt 1-4 m hohe Sorghum lies dem Verlauf von gewissen Formen nur sehr unsicher verfolgen, beziehungsweise lokalisieren.

#### 4. Einige Zusammenhänge zwischen geomorphographischen Merkmalen und Bodenverbreitung im Testgebiet

Aus Umfangs- und Auswertungsgründen kann dieser Punkt vorerst nur kurz anhand einiger Beispiele skizziert werden:

Die Wasserscheide des EZG, die ja geomorphologisch eine konvexe Wölbungslinie darstellt, verläuft i.d.R. in flachgründigen Bodentypen (Lithosole, flachgründige Phaeozeme oder Cambisole). Die Genese des letzteren, der bezüglich landwirtschaftlicher Nutzungs- und Terrassierungseignung eine etwas günstigere Variante als die anderen darstellt, ist an leicht verwitterbares, pyroklastisches Ausgangsgestein gebunden.

Markante, zumeist hangparallel verlaufende Kanten liegen immer in Lithosol- oder Lithosol-Phaeozem-Arealen und zeigen oft einen Schichtwechsel im geologischen Substrat an. Die Kanten bilden vorzugsweise die Obergrenze des Bodenareals, das sich dann entsprechend den Reliefverhältnissen unterhalb der Kante mehr oder weniger weit ausbreitet. Diese Böden weisen einen relativ hohen Skelettgehalt auf, der

eng mit der Entfernung von den Kanten und den lokalen Reliefverhältnissen zusammenhängt.

Bereiche mit hoher Formendichte deuten auf flachgründige, skelettreiche Böden hin.

Ausgedehnte Bereiche mit geringer Formendichte enthalten tiefgründige Böden. Im vorliegenden Fall handelt es sich besonders um Vertisole in Akkumulationsbereichen (topomorphe Vertisole).

Die zwischen Geomorphographie und Bodenverbreitung bestehenden Zusammenhänge können allerdings erst dann als hilfreiches Werkzeug für die Ergänzung der Luftbildkartierung eingesetzt werden, wenn diese Zusammenhänge und die daraus resultierenden bodenkundlichen Aussagemöglichkeiten (Verbreitung, ökologische Eigenschaften u.a.) unter Berücksichtigung des gewünschten Generalisierungsgrades sauber definiert und an zusätzlichen Beispielen überprüft worden sind.

#### 5. Folgerungen und Ausblick

Die sogenannten Entwicklungsländer liegen zumeist im Bereich extremer Klimate mit stark erosiven Niederschlägen. Ein Großteil der Bewohner lebt auf eigenproduktiver Basis, so daß die Erhaltung des Bodens als Produktionsgrundlage eine unmittelbare Überlebensfrage darstellt. Um die Erosion unter Kontrolle zu halten (völlig einzudämmen ist sie bei ackerbaulicher Nutzung nicht), sind detaillierte Kenntnisse über die vorhandenen Böden unabdingbar. Da aus Aufwand- und Dringlichkeitsgründen keine im Feld erarbeiteten Bodenkarten für große Flächen herstellbar sind, müßten Methoden entwickelt bzw. bestehende verbessert werden um rationell und trotzdem mit hinreichender Genauigkeit kleinmaßstäblich kartieren zu können. Im Falle der Bodenkartierung mittels LB sollte der enge Zusammenhang zwischen Relief und

Boden mitverwendet werden. Hierbei könnte die GMK eine wichtige Rolle zur Entwicklung eines geeigneten Luftbildschlüssels spielen, da - wie gezeigt - deutliche Beziehungen zwischen geomorphologischen Erscheinungen und der Bodenverteilung und damit auch den nutzungsrelevanten Bodeneigenschaften zu bestehen scheinen. Gleichzeitig stellt die geomorphologische Karte eine Fülle von Informationen wie Hangneigungswinkel, Hangformen, erosive Flächen usw. zur Verfügung, die bei der Evaluation für geeignete Terrassierungsflächen wichtig sind. Das Ziel zukünftiger Forschungen sollte deshalb besonders den erwähnten Eigenschaften und Zusammenhängen gelten, wobei nach allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten, d.h. immer oder zumindest im gleichen Landschaftstyp gütigen, gesucht werden sollte.

## 6. Literatur

- ANDRES, W., BARSCH, D. & STÄBLEIN, G. 1983: Geomorphologische Karte – Ein Arbeitsmittel der Geoökologie. – Geogr. Rdsch., 35: 248-249, Braunschweig.
- BONO, R. & SEILER, W. 1983: The Soils of the Suke-Harerge Research Unit (Ethiopia). Classification, Morphology and Ecology. With Soil Map 1 : 10 000. – Research Report 2:95, Soil Conservation Research Project (S.C.R.P.), Ethiopia, P.O. Box 2597 Addis Abeba, Basel.
- BONO, R. & SEILER, W. 1984: The Soils of the Andit-Tid Research Unit (Ethiopia). Classification, Morphology and Ecology. With Soil Map 1 : 10 000. – Research Report 3:80, Soil Conservation Research Project (S.C.R.P.), Ethiopia, P.O.Box 2597, Addis Abeba, Basel.
- BONO, R. & SEILER, W. 1984: Geocological Research in Ethiopia with regard to Soil Conservation. – Materialien z. Physiogeographie, 6, Basel (in print).
- CHARTRES, C. J. 1982: The Role of Geomorphology in Land Evaluation for Tropical Agriculture. – Z. Geomorph. N.F., Suppl. 44: 21-32, Berlin, Stuttgart.
- CONACHER, A. J. & DALRYMPLE J. B. 1978: Identification, measurement and interpretation of some pedogeomorphic processes. – Z. Geomorph. N.F., Suppl. 29: 1-9, Berlin, Stuttgart.
- GAMACHU, D. 1977: Aspects of climate and water budget in Ethiopia. – Technical Monograph published for Addis Abeba University: 71, Addis Abeba.
- GERRARD, A. J. 1981: Soil and Landforms. An integration of Geomorphology and Pedology. – Allen & Unwin Publ.: 1-219, London.
- HURNI, H. 1982a: Klima und Dynamik der Höhenstufung von der letzten Kaltzeit bis zur Gegenwart. – Hochgebirge in Semien-Äthiopien, Vol. II: 196, Bern.
- HURNI, H. 1982b: Soil Conservation Research Project-Ethiopia. – Inception Report 1982, P.O.Box 2597, Addis Abeba.
- HURNI, H. 1982c: Soil Conservation Research Project-Ethiopia. – First Progress Report (Year 1981), P.O. Box 2597, Addis Abeba.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1980: Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25). 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. – Berliner Geogr. Abh., 31: 91-100, Berlin.
- MÄUSBACHER, R. 1981: Geomorphologische Kartierung im Oobloyah-Tal, N-Ellesmere Island, N.W.T., Canada. – Heidelberger Geogr. Arb., 69: 413-480, Heidelberg.
- MILNE, G. 1935: Some suggested unit of classification and mapping particularly for East African soils. – Soil Research 4.
- SEILER, W. 1982: Anwendung der grünen Legende im semiariden Süditalien (Basilicata, Unterlauf des Sinni). – Berliner Geogr. Abh., 35: 63-72, Berlin.

### *Anschrift der Autoren:*

Dr. ROLAND BONO, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingenbergstr. 16, CH-4056 Basel.

Dr. WOLFGANG SEILER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingenbergstr. 16, CH-4056 Basel.

## Geomorphologische Kartierung im Hochgebirge: Ein Anwendungsbeispiel der "Grünen Legende" im Maßstab 1 : 10 000

1 farbige Karte

HARTMUT LESER & DANIEL SCHAUB

**K u r z f a s s u n g:** Im Rahmen des MAB-Projektes Davos des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaften wurde als Teilprojekt die geomorphologische Kartierung durchgeführt. Kartiert wurde im Maßstab 1 : 10 000 auf der Grundlage der "Grünen Legende" bzw. deren Nachfolgers (LESER & STÄBLEIN 1980). Fazit: (1) Die Legende ist auch im Hochgebirgsrelief anwendbar. (2) Anpassungen waren nur in geringem Umfang erforderlich. (3) Die Kartierung kann durch vorherige Luftbilddauswertung stark rationalisiert werden. Damit läßt sich die Geländearbeitszeit reduzieren, die im Hochgebirge aus Witterungsgründen ohnehin stark eingeschränkt ist.

*Geomorphological mapping in the high mountains: An example of the use of the "Green Legend" at the scale 1 : 10 000.*

**S u m m a r y:** This geomorphological mapping is a part of the MAB project Davos of the Swiss National Fond. The mapping at the scale 1 : 10 000 is based on the "Green Legend" and its successors (LESER & STÄBLEIN 1980). Result: (1) This le-

gend can also be used in types of alpine relief. (2) Only small modifications had to be done. (3) The interpretation of air photographs made beforehand helps rationalizing the field mapping, which reduces the time necessaring for the field work, which may, in alpine regions, often be reduced by bad weather.

*Levé géomorphologique dans les hautes montagnes: Un exemple d'utilisation de la "Grüne Legende" à l'échelle de 1 : 10 000.*

**R é s u m é:** Le levé géomorphologique fait partie du programme MAB Davos du Fonds National Suisse de la recherche scientifique. Il a été fait à l'échelle de 1 : 10 000 en se fondant sur la "Grüne Legende", s'est-à-dire son successeur (LESER & STÄBLEIN 1980). Résultat: (1) Cette légende est utilisable pour le relief de haute montagne. (2) Seules quelques légères modifications ont été nécessaires. (3) Le lever peut être grandement rationalisé par l'interprétation préalable de vues aériennes. Cela permet de réduire le temps du travail sur le terrain qui, en haute montagne, est de toute façon limité par les intempéries.

### Inhaltsübersicht

1. Problemstellung
2. Die einzelnen Arbeitsschritte der geomorphologischen Kartierung
  - 2.1 Die Arbeitslegende
  - 2.2 Die Luftbilddauswertung nach der Arbeitslegende

- 2.3 Die Feldkartierung nach der ergänzten Arbeitslegende
- 2.4 Die Aufarbeitung der Felddaufnahmen für die Feldreinkarte
3. Fazit
4. Literatur

## 1. Problemstellung

Bei den Diskussionen um das GMK-Projekt in der Bundesrepublik Deutschland wurde immer wieder die vermeintliche oder tatsächliche *Inhaltsfülle* der Beispielblätter der GMK 25 angesprochen. Dabei erfolgte u.a. auch der Verweis auf das Hochgebirge. Dort befänden sich auf engstem Raum zahlreiche Formenwechsel und -differenzierungen, die sich einer seriösen geomorphologischen Darstellung entzögen. Mit den Musterblättern Oberstaufer (= GMK 25 Blatt 14; Bearbeiter: H. DONGUS, Marburg) und Königsee (= GMK 25 Blatt 16; Bearbeiter: K. FISCHER, Augsburg) wurde jedoch inzwischen schon unter Beweis gestellt, daß überzeugende geomorphologische Darstellungen nach der "Grünen Legende"

(= GL) bzw. deren Nachfolger (LESER & STÄBLEIN 1975, 1980) möglich sind.

Die vorliegende Kartierung erfolgte im Rahmen des schweizerischen MAB-Projektes Davos<sup>1</sup> als Aufnahme einer *Teilinformationsschicht* eines interdisziplinär kartierten Raumes. Die Kartierung sollte sich bewußt an ein bestehendes Verfahren anlehnen und zugleich den Beweis erbringen, daß innerhalb des zentralalpiner Hochgebirges mit dem Baukastensystem der GL gearbeitet werden kann. Ziel war darüberhinaus der Versuch, durch eine vorher durchgeführte Luftbildauswertung die Geländearbeit drastisch zu begrenzen, ohne daß Qualitätseinbußen für das Endprodukt auftreten.

## 2. Die einzelnen Arbeitsschritte der geomorphologischen Kartierung

An dieser Stelle wird nur auf die geomorphologischen Sachverhalte Bezug genommen, nicht jedoch auf die anderen Teile des MAB-Projektes, obwohl sich aus diesen auch für die geomorphologische Karte (= GMK) Konsequenzen ergaben. Die entscheidendste Konsequenz war der Verzicht auf die Substrataufnahme, weil im Gesamtprojekt eine Bodenkartierung durchgeführt wurde und von der "Arbeitsgruppe Geomorphology"<sup>2</sup> keine geomorphogenetischen, wohl aber geomorphographische Sachverhalte erwartet wurden. Ansonsten wurde nach dem üblichen Kartierungsverfahren gearbeitet, wie es in verschiedenen Sammelbänden des GMK-Projektes bereits dargestellt wurde (u.a. STÄBLEIN 1978; BARSCH & LIEDTKE 1980; BARSCH & STÄBLEIN 1982).

Die einzelnen Arbeitsschritte waren:

- (1) Die Erarbeitung einer Arbeitslegende aus der GL.
- (2) Die Luftbildauswertung nach der Arbeitslegende.
- (3) Die Feldkartierung nach der ergänzten Arbeitslegende.
- (4) Die Aufarbeitung der Feldaufnahmen und der Luftbildauswertung im Rahmen der Feldreinkarte.

### 2.1 Die Arbeitslegende<sup>3</sup>

Maßgabe war, die GL bzw. deren verbesserte Nachfolger zu verwenden, ohne daß an der Grundsubstanz etwas geändert wurde. Durch sehr kurze Übersichtsbegehungen wurde festgestellt, daß die GL anwendbar sein könnte und daß lediglich eine gewisse *Vereinfachung* von Einzelsachverhalten vorzunehmen wäre.

Da die geomorphologische Kartierung im Rahmen des MAB-Projektes Davos von vornherein nur einen Teilsachverhalt ausmachen und die Karte der Herstellung von Einheitsrasterflächen oder sonstigen geomorphologischen Raumeinheiten dienen sollte (auf deren Grundlage dann andere Sachverhalte zu erarbeiten gewesen wären<sup>4</sup>), blieb von Anfang an eine umfassende Aufnahme nach der GL ausgeschlossen.

<sup>1</sup> Die Verfasser danken dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaften für die Möglichkeit, im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes "MAB-Projekt Davos" mitarbeiten zu dürfen. Weiterhin danken sie für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten.

<sup>2</sup> Die Arbeitsgruppe Geomorphologie organisierte sich nach den aus dem Gesamtprojekt her resultierenden Einzelaufgaben: (1) Geomorphographische Aufnahme und Darstellung (Vorprojekt H.-R. MOSER; Hauptprojekt: D. SCHAUB, H. LESER; alle Basel), Skipisten (T. MOSIMANN, Basel), Geomorphologische Gefahren/Naturgefahren (M. GRUNDER, H. KIENHOLZ; beide: Bern).

<sup>3</sup> In einem kleinen Vorprojekt wurde die Arbeitslegende von Dr. H.-R. MOSER (Basel) erarbeitet und geprüft. Dafür sei herzlicher Dank gesagt.

<sup>4</sup> Bei der Kartierung wurde dann doch nicht so streng vorgefahren, weil sich innerhalb des Projektes bald andere Tendenzen abzeichneten. Zusammengefaßt (und vereinfacht): Es wurde nach einem "Schichtenmodell" vorgegangen, nicht jedoch induktiv auf der Basis von kleinen, nach geowissenschaftlichen Kriterien ausgeschiedenen Raumeinheiten/Einheitsflächen, in denen dann Funktionszusammenhänge herausgearbeitet und qualitativ zu beschreiben gewesen wären.

Daraus resultierte auch das teilweise Unterdrücken der linearen Kartierungssachverhalte zugunsten jener, die eine flächenhafte Aussage darstellen, die wiederum zur Charakterisierung und Ausscheidung der Einheitsflächen dienen bzw. dienen sollten.

Die Arbeitslegende wurde dann in zwei Teilgebieten von je 1 km<sup>2</sup> getestet und für geeignet befunden, bei der geomorphologischen Luftbildauswertung und der endgültigen Feldkartierung eingesetzt zu werden. Die Testgebiete stellten zugleich Eichgebiete für die Luftbildauswertung dar.

## 2.2 Die Luftbildauswertung nach der Arbeitslegende

Das *Arbeitsgebiet* (Größe 9 575 ha) in der Landschaft Davos umfaßt das Dischmatal, die Südosthänge zwischen Parsenn und Strela, den Hang der Clavadeler Alp und den Talboden zwischen Davos Dorf und Davos Platz. Das Arbeitsgebiet war in Größe und Grenze vom MAB-Projekt vorgegeben, aber es orientierte sich insofern am Georelief, als ein großer Teil der Gebietsumgrenzung auf Kämmen liegt und somit quasi natürlich abgegrenzte Raumeinheiten untersucht wurden.

Die beträchtliche Größe des Gebietes und die Terminsetzungen des Projektes zwangen zu rationeller Arbeitsweise. Diese wurde durch eine *flächenhafte Luftbildkartierung* ermöglicht, die der Feldkartierung voraus ging. Verwendet wurden:

- (1) Echtfarbenluftbilder 1 : 25 000 für stereoskopische Untersuchungen.
- (2) Schwarzweiß-Ortholuftbilder 1 : 10 000 mit eingetragenen Isohypsen als Kartenergänzung.

Auf Grund dieses hervorragenden Luftbildmaterials stellten sich für die *geomorphologische Luftbildauswertung* keine ersthaften Probleme. Während in Mittelgebirgen das Luftbild für die geomorphologische Kartierung nur bedingt bis gar nicht einsetzbar ist (LESER 1979:55), kann in weiten Teilen des Hochgebirges oder in vegetationsarmen Landschaften<sup>5</sup> sehr gut mit dem Luftbild gearbeitet werden. Gewisse, von HAEFFNER (1963:91) herausgestellte Probleme trafen wegen des guten Luftbildmaterials für das vorliegende Projekt nicht zu.

Nach dem Luftbild ließen sich Wölbungen, Kanten und andere lineare Reliefelemente, Tiefenlinien und Kleinformen sehr gut kartieren. Im Luftbild *unklare*

<sup>5</sup> Siehe Beitrag MOSIMANN über die lappländische Tundra in diesem Heft. Dabei ging es um eine geomorphologische Kartierung ab Luftbild für geökologische Zwecke, d.h. vor allem um die Vorbereitung der geökologischen Feldarbeit.

*Formen* konnten später mühelos im Gelände identifiziert und mit dem Baukasten der Legende dargestellt werden. In solchen Fällen wurde zunächst mit provisorischen Signaturen gearbeitet, die dann im Gelände durch die eigentlichen ersetzt wurden. Bedingt ließen sich aus dem Luftbild auch Angaben über oberflächennahen Untergrund, hydrographische Verhältnisse, anthropogene Georeliefveränderungen und rezente Geomorphodynamik entnehmen.

## 2.3 Die Feldkartierung nach der ergänzten Arbeitslegende

Die Kartierungsarbeit im Feld hatte das Ziel, die geomorphologische Auswertung ab Luftbild zu überprüfen und zu ergänzen bzw. zu korrigieren. Dabei stellten sich keinerlei Probleme. Allerdings stellte sich eine *Reihe äußerlicher Probleme*: Die Begehung erfolgte entlang eines enghalsigen Routennetzes, von dem aus alle Punkte eingesehen werden konnten. Besondere Aufmerksamkeit erforderten *Waldbereiche*, die ab Luftbild kaum zu kartieren waren. Aber auch im Feld waren sie, vor allem wegen der Steilheit der bewaldeten Hänge, nur mit Mühe zu begehen und zu kartieren. Oberhalb der Baumgrenze wurde jeder Hangabschnitt einmal begangen und zusätzlich noch einmal (soweit möglich) aus der Gegenhangposition kartiert, um die Übersicht zu wahren.

Während die *Flachbereiche*, vor allem der Talboden und das gut einsehbare und geomorphologisch homogene Dischmatal, praktisch keine Korrekturen erforderten, erwies sich die provisorische geomorphologische Karte ab Luftbild in den anderen Gebieten als z.T. beträchtlich revisionsbedürftig. Dafür war aber der Hauptgrund nicht Luftbild oder Legende, sondern die noch geringe Erfahrung des Auswerters und späteren Kartierers.

Die Karte (Karte 1) setzt sich aus folgenden *Informationsschichten* zusammen:

- Hangneigungswinkelareale
- Geomorphographische Kennzeichnungen der Einzelformen oder von deren Reliefelementen
  - \* Wölbungen
  - \* Stufen, Kanten und Böschungen
  - \* Tiefenlinien
  - \* Kleinformen
  - \* Kleinformenbereiche
  - \* Oberflächenrauigkeit
- Oberflächennaher Untergrund
- Beobachtete Prozeßspuren aktueller Geomorphodynamik
- Hydrographische Verhältnisse
- Anthropogene Formen.

Die gegenseitigen Zuordnungen der Einzelpositionen können der *Gesamtlegende* entnommen werden, die

der Karte 1 beigegeben ist – unabhängig davon, ob alle Positionen in dem vorliegenden Ausschnitt enthalten sind oder nicht. Im übrigen erfolgen an dieser Stelle nur zu jenen Legendenpositionen Kommentare, die es erfordern.

*Hangneigungswinkelareale*: Sie liegen für das Arbeitsgebiet in zweierlei Form vor. Einmal als eine Rasterkarte 1 : 25 000 mit Rastern von 50 mal 50 m, die aus dem digitalen Geländemodell abgeleitet wurde (Ausschnitt in LESER 1984a). Zum anderen wurde auf konventionellem Wege die Landeskarte der Schweiz 1 : 25 000 ausgewertet und eine Hangneigungskarte entworfen, deren Hangneigungsgruppen nur grob angenähert der GL der GMK 25 entsprechen. Die Areale der Hangneigung stellen primär Makro- und Mesoforamenmerkmale und -bereiche dar. Die kleinräumigen Differenzierungen erfolgen durch die üblichen geomorphologischen Kennzeichnungen. Beide erweisen sich in den Hochalpen als unabdingbare komplementäre Sachverhalte.

*Wölbungen*: Sie treten auch im alpinen Relief in charakteristischen Positionen auf und bilden wichtige Strukturmerkmale des Georeliefs (LESER 1980). Diese Positionen sind im Arbeitsgebiet:

- In Gefällsrichtung als Linien auf Rücken und Buckeln zwischen zwei Rinnen/Tiefenlinien;
- Quer zur Gefällsrichtung auf Verflachungen der Trogschultern sowie an Hangfüßen;
- Auf Kammlinien bei nicht anstehendem Gestein, d.h. unter einer dichten Vegetationsdecke (und damit meist über einer Verwitterungsschutzdecke).

Bei der Kartierung der Wölbungen wurde, trotz des großen Maßstabes, selektiv vorgegangen, weil

- Wölbungen in Gefällsrichtung so stark gehäuft auftreten können, daß die mögliche Zeichendichte unterschritten wird, so daß Übergänge zur Darstellung als "Oberflächenrauigkeit" erforderlich werden,
- die Linienführung hangparallel oft durch Kleinformen überprägt ist, z.B. Schuttkegel und Terrassen, und
- Wölbungen alternativ auch durch andere Signaturen darstellbar sind, d.h. der Kartierer kann auch hier zwischen verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten wählen.

*Stufen, Kanten und Böschungen*: Sie treten an charakteristischen Stellen auf, z. B. als Terrassen im Tal, als Abrißnischenränder von Rutschungen, als Kanten von Rinnen oder als Gesimse am Hang (z.B. als Moränenwälle oder Schichtrippen bzw. Gesteinsausbisse).

*Tiefenlinien*: Die Darstellung wurde auf folgende Fälle angewandt, die z.T. ein wenig die übliche Einsatzmöglichkeit differenzieren:

- Darstellung von Erosionseinrissen und -rinnen sowie Schneetälchen an Hängen,
- bei Tiefenlinien i.e.S., aber  $B < 100$  m, sowie
- bei Tiefenlinien i.w.S. mit  $B > 100$  m, kombiniert mit begleitenden, "einrahmenden" Signaturen für Böschungen und/oder Wölbungen.

*Kleinformen*: Der Signaturenkatalog der GL ist hervorragend geeignet, die im Hochgebirge häufig auftretenden Oberflächenunstetigkeiten darzustellen, die meist ein kleinräumig differenziertes Formenbild aufweisen. Moränenfelder beispielsweise lassen sich durch die Kombination der Wall- und Kuppensignatur ausgezeichnet darstellen. Gerade im Kleinformenbereich bietet sich die volle Ausschöpfung der Baukastenmöglichkeiten der GL an. – Neu eingeführt wurde die Signatur "Rippe" für langgezogene, in Gefällsrichtung liegende 4 bis 6 m hohe, lineare Formen. Sie kommen im steilhängigen und zugleich bewaldeten Gebiet vor und gliedern dazwischen auftretende ausgedehnte glatte Hangabschnitte. Letztere sind gegenüber den flachgründigen und trockenen Rippen tiefergründiger und feuchter. Der Verzicht auf die Wall-Signatur für "Rippe" wird wie folgt begründet: Mit Wall wurden vor allem Moränenwälle gekennzeichnet, gegenüber denen die Rippen wesentlich steilere Flanken aufweisen.

*Kleinformenbereiche*: Treten die o.a. Kleinformen mit  $B < 100$  m innerhalb eines Bereiches so zahlreich auf, daß sie alle einzeln nicht mehr kartographisch darstellbar sind, wird mit den gleichen, aber graphisch lediglich kleineren Signaturen gearbeitet. Sie charakterisieren ein ganzes Areal und werden in einem regelmäßigen Muster angeordnet.

*Oberflächenrauigkeit*: Sie stellt die Rauigkeit flächenhafter Reliefelemente dar, die  $B > 100$  m sind, wobei die Zwergformen der Rauigkeit selber eine  $B < 1$  m aufweisen. – Zur Oberflächenrauigkeit würde auch eine graphische Repräsentation der Areale gehören, auf denen die Wirkungen des Gletschereises noch deutlich zu erkennen sind.

*Oberflächennaher Untergrund*: Seine Kartierung erfolgte nicht bzw. nur teilweise im Rahmen dieser geomorphologischen Aufnahme, weil im Gesamtprojekt eine eigenständige Bodenkartierung erfolgte. Die bodenfreien Gebiete waren jedoch Gegenstand der geomorphologischen Kartierung. Diese Aufnahme erfolgte, um über flächendeckende Angaben über den oberflächennahen Untergrund zu verfügen, der durch die Bodenaufnahme allein nicht repräsentiert ist. Kartiert wurden, um diese Lücken zu schließen, nachstehende Positionen:

- Anstehender Fels ohne nennenswerte Decke aus Verwitterungsmaterial;

- Lockersediment- bzw. Verwitterungsdecken aus Steinen (>200 mm und 2-200 mm) sowie Kies/Grus (<2 mm) und/oder ohne durchgehende Vegetationsdecke (Grad der Vegetationsbedeckung < oder > 25 %);
- Vegetationsdecke in nutzungsrelevantem Maß durch in situ-Verwitterungsmaterial oder Bergsturzmaterial überdeckt;
- Blocküberdeckung > 25 %;
- Mischsubstrate (durch Signaturenkombination).

*Beobachtete Prozeßspuren aktueller Geomorphodynamik*<sup>6</sup>: Die Mehrzahl der Signaturen wurde der GL entnommen, jedoch nach verschiedenen Autoren ergänzt. Der Ansprache der Solifluktuionsformen wurde die Einteilung von FURRER (1954) und FRITZE (1969) zugrunde gelegt. Im Gelände läßt sich nicht immer eine saubere Trennung dieser Formen vornehmen, z.B. von Bülden und Girlanden an steiler werdenden Hängen. Außerdem können sie auch gemeinsam vorkommen, so daß eine graphisch getrennte Darstellung aus Zeichenplatzgründen nicht möglich ist. – Bei den Rutschungen wurden mit LAATSCH & GROTTENTHALER (1972) sowie SCHAUER (1975) Rotations- und Translationsrutschungen unterschieden. Zugriffe lassen sich auch durch die Translationsanbruch-Signatur darstellen, weil sie das Initialstadium der Blaikenbildung sind. Eindeutiger Schneeschurf (nach LAATSCH & GROTTENTHALER 1972,319) war selten.

*Hydrographische Verhältnisse*: Keine Sonderdarstellungen erforderlich.

*Anthropogene Formen*: Die Skipistenaufnahme nach der Methodik MOSIMANN (MOSIMANN & LUDER 1980; MOSIMANN 1983) erfolgte im Rahmen des MAB-Projektes innerhalb eines eigenen Arbeitspaketes.<sup>7</sup> In der GMK wurde, wegen des kleinen Maßstabes, nur "Skipistenplanierung" als Signatur verwendet und damit eine vollplanierte Fläche dargestellt. Kleinere Korrekturmaßnahmen wurden nicht verzeichnet oder der "Skipistenplanierung" subsummiert, weil sie im Gelände und im Rahmen einer GMK-Aufnahme nicht eindeutig identifiziert werden können. – Weitere, oft gruppenhaft auftretende kleine anthropogene Einzelformen sind die Bermen, d.h. kleine künstliche Terrassen, welche die Hänge

stufig gestalten und die auf alte Aufforstungsmaßnahmen zurückgehen. – Lawinenschutz wird auch durch kleine künstliche Mulden und Kuppen erzielt. Erstere dienen als "Auffangbecken", letztere als "Bremsklötze" für die Lawinen.

#### 2.4 Die Aufarbeitung der Feldaufnahmen für die Feldreinkarte

An anderer Stelle (LESER 1984a) wird über die weitere Aufarbeitung der GMK 10-Grundlagen berichtet und mit Beispielen belegt. Hier soll nur zusammengefaßt werden: Aus den Feldkarten (Luftbildbasis und Begehung) entstand eine *Reinzeichnung* 1 : 10 000 auf Grundlage des "Übersichtsplan des Kanton Graubünden 1 : 10 000" (Zusammenstellung des Gesamtarbeitsgebietes aus den Blättern 4975 Weißfluhjoch, 4977 Davos, 4978 Flüela, 5171 Frauenkirch, 5172 Dischma und 5174 Piz Grialetsch). Diese transparente Reinzeichnung wurde photographisch auf 1 : 25 000 verkleinert, um keinen Inhaltsverlust in Kauf nehmen zu müssen. Da die Zeichnung in 1 : 10 000 sehr fein war, erwies sie sich als verkleinerungsfähig. Aus der Kombination mit der Hangneigungswinkelkarte entstand dann eine geomorphographische Karte 1 : 25 000, die zu wesentlichen Teilen den Intentionen von KUGLER (1964, 1965) entspricht. In einem Disput über die GMK 25-Probleme (HAGEDORN & LEHMEIER 1983; LESER 1983, 1984b) kommt man zu der Erkenntnis, daß die Methode KUGLER offensichtlich optimal war (oder ist) und daß die komplexe GMK nur unter graphischen und somit auch inhaltlichen Schwierigkeiten zu realisieren ist. Dies zeigte sich auch bei der Bearbeitung der Feldreinkarte zum vorliegenden Ausschnitt (Karte 1).

<sup>6</sup> Die rezente Geomorphodynamik wurde teilweise in einer eigenen Aufnahme der "Geomorphologischen Gefahrenkartierung" von GRUNDER – nach der Methode KIENHOLZ (1980 a, b) und GRUNDER (GRUNDER & LANGENEGGER 1983) – erfaßt, dort jedoch stark nutzungsbezogen.

<sup>7</sup> In dem Bericht von LESER (1984a) sind Angaben von MOSIMANN über die Skipistenkartierung im MAB-Projekt Davos integriert.



### 3. Fazit

Eine erste, scheinbare Feldkartierungserfahrung war zunächst, neue Signaturen einführen zu wollen. Das gleiche Problem trat bereits bei der Luftbildauswertung für die provisorische GMK auf. Die zunehmende Feldpraxis ergab aber, daß der zur Verfügung stehende Legendenbaukasten ausreicht. Die wenigen, in Kap. 2.3 diskutierten Ergänzungen ändern nichts an der Gültigkeit des GMK-Grundkonzeptes.

Aus der Sicht der *geomorphologischen Kartierung im Hochgebirge* müssen aber noch folgende Erfahrungsaspekte angefügt werden:

- Für eine Reihe von Einzelformendarstellungen und wegen des Bestrebens, möglichst umfassend zu kartieren, hätte man sich generell einen größeren Aufnahme- und Darstellungsmaßstab gewünscht.<sup>8</sup>
  - \* Soll die GMK 10 oder GMK 25 in der Praxis eingesetzt werden, kommt man um größere Maßstäbe nicht herum. Darauf wurde schon an anderer Stelle - mit Bezug auf des MAB-Projekt Davos - hingewiesen (LESER 1984a).
  - \* Die eigenständige Skipistenkartierung (1 : 5 000/ 1 : 7 500) weist auf diese praktischen Notwendigkeiten und die arbeitstechnischen Konsequenzen für den Kartierer hin.
  - \* Nur für eine Karte, die ausschließlich den geomorphogenetischen Interessen des Geomorphologen dient, reicht der Maßstab 1 : 25 000 aus (LESER 1983, 1984b).
- Der Baukasten der Legende mußte auch bei der Kartierung in 1 : 10 000 für 1 : 25 000 bei den Kleinformen erweitert werden, woraus sich aber keine konzeptionellen Probleme ergeben.

– Wegen der z.T. großen Kleinformendichten, kleinflächigen Substratdifferenzierungen und somit auch zahlreichen Differenzierungen der aktuellen Geomorphodynamik ist das Konzept einer komplexen geomorphologischen Karte im Hochgebirge nur unter großen inhaltlichen Vereinfachungen realisierbar. Auch hier drängte sich – neben dem oben bereits erwähnten größeren Maßstab – das an anderer Stelle diskutiert und von KUGLER seit reichlich 20 Jahren geforderte Mehrblattsystem auf.

Insgesamt ist festzustellen, daß sich sowohl die GL als auch ihre Nachfolger im Hochgebirge und auch im Maßstab 1 : 10 000 als erstaunlich anwendungsfreundlich erweisen.

---

<sup>8</sup> Der nicht auf die physiogeographische Raumrealität abgestimmte Ansatz des MAB-Projektes Davos führte im Endeffekt sogar zu der Abstrusität, die Ergebnisse aller Teilprojekte in 1 : 100 000 (!) darzustellen – angeblich wegen der besseren Verwendbarkeit in der Praxis und aus computerprogrammtechnischen Gründen. Diese Setzung erfolgte zu einem Zeitpunkt, als die meisten Projekte bereits abgeschlossen waren. Das bedeutet nun nicht nur eine Verwässerung der Arbeitsergebnisse allgemein, sondern führt auch dazu, daß dem Praktiker keine konkrete, d.h. großmaßstäbige Entscheidungshilfe bereitgestellt wird: Und um die genau vor Ort stimmige Aussage sollte es eigentlich einem Projekt gehen, das sich die praktische Anwendung seiner Ergebnisse einmal zum Ziel gesetzt hatte. – Hätte man diesen Ansatz und diese Vorgehensweise gleich zum Projektanfang bekanntgegeben, wären z.B. die geomorphologischen Aufnahmen in Zeitdauer und Inhaltsumfang wesentlich zu reduzieren gewesen.

#### 4. Literatur

- BARSCH, D. & LIEDTKE, H. (Hg) 1980: Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm II. – Berliner Geogr. Abh., 31: 1-100, Berlin.
- BARSCH, D. & STÄBLEIN, G. (Hg) 1982: Erträge und Fortschritte der geomorphologischen Detailkartierung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm III. – Berliner Geogr. Abh., 35: 1-134, Berlin.
- FITZE, P. F. 1969: Untersuchungen von Solifluktionsercheinungen im Alpenquerprofil zwischen Säntis und Lago di Como. – Dissertation Universität Zürich: 1-62, Zürich.
- FURRER, G. 1954: Solifluktionsformen im Schweizerischen Nationalpark. – Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des Schweizerischen Nationalparks, IV: 201-276, Zürich.
- GRUNDER, M. & LANGENEGGER, H. 1983: Beispiele einer anwendungsorientierten Gefahrenkartierung 1 : 25 000 für integrale Sanierungsprojekte im Berner Oberland. – Schweiz. Z. Forstwes., 134: 271-282, Zürich.
- HAEFNER, H. 1963: Vegetation und Wirtschaft der oberen subalpinen und alpinen Stufe im Luftbild (dargestellt am Beispiel des Dischma-Tales und weiteren Teilen der Landschaft Davos, Schweiz). – Dissertation Universität Zürich: 1-117, Zürich.
- HAGEDORN, J. & LEHMEIER, F. 1983: Zur Konzeption der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25) aufgrund von Kartierungserfahrungen im Niedersächsischen Bergland. – Forsch. dt. Landeskde., 220: 63-81, Trier.
- KIENHOLZ, H. 1980a: Beurteilung und Kartierung von Naturgefahren. Mögliche Beiträge der Geomorphologie und der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25). – Berliner Geogr. Abh., 31: 83-90, Berlin.
- KIENHOLZ, H. 1980b: Zur Anwendung des Luftbildes bei der mittelmaßstäbigen Gefahrenkartierung für regionalplanerische Zwecke in schlecht erschlossenen Gebirgsräumen anhand von Erfahrungen aus Kartierungen in den Colorado Rocky Mountains. – Interpretation, Naturraum-Analysen zum Zwecke der Katastrophenvorbeugung in Schutzwasserbau und Raumordnung, Tagungspublikationen, 3: 155-172, Bad Ischl.
- KUGLER, H. 1964: Die geomorphologische Reliefanalyse als Grundlage großmaßstäbiger geomorphologischer Kartierung. – Wiss. Veröff. Deutsch. Inst. f. Länderkunde, N.F. 21/22: 541-655, Leipzig.
- KUGLER, H. 1965: Aufgabe, Grundsätze und methodische Wege für großmaßstäbiges geomorphologisches Kartieren. – Pet. Geogr. Mitt., 109: 241-257, Gotha.
- LAATSCH, W. & GROTTENTHALER, W. 1972: Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation. – Forstwiss. Centralbl., 91: 309-384, Hamburg, Berlin.
- LESER, H. 1979: Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 der Bundesrepublik Deutschland. GMK 25 Blatt 4, 8313 Wehr. – 1-60, Berlin.
- LESER, H. 1980: Die Wölbung in der geomorphologischen Karte. – Kartograph. Nachr., 30: 11-24, Bonn-Bad Godesberg.
- LESER, H. 1983: Die geomorphologische Kartierung 1 : 25 000 des Blattes Mössingen (Raum Tübingen, Baden-Württemberg). Ein Diskussionsbeitrag zum GMK-Projekt. – Erdkunde, 37: 249-258, Bonn.
- LESER, H. 1984a: MAB-Projekt Davos, Teilprojekt Geomorphologie. Teil: Geomorphologische Kartierung und Skipistenkartierung. – Wiss. Bericht an den SNF und für die Eidg. Anstalt für das Forstliche Versuchswesen Birmensdorf: 1-30, Basel (als Mskr. vervielfältigt).
- LESER, H. 1984b: Aktuelle konzeptionelle Fragen der GMK 25. Überlegungen zum Zusammenhang zwischen legendentechnischen und forschungspolitischen Aspekten bei der Herstellung der Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000. – Kartogr. Nachr., 34: 161-174, Bonn-Bad Godesberg.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. (Hg) 1975: Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25 000. – 2. veränderte Auflage, Berliner Geogr. Abh., Sonderheft: 1-39, Berlin.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1980: Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25), 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. – Berliner Geogr. Abh., 31: 91-100, Berlin.
- MOSIMANN, T. 1983: Landschaftsökologischer Einfluß von Anlagen für den Massenskiport. II. Bodenzustand und Bodenzerstörung auf planierten Skipisten in verschiedenen Lagen (Beispiel Crap Sogn Gion, Laax). – Mat. z. Physiogeographie, 3: 1-72, Basel.
- MOSIMANN, T. & LUDER, P. 1980: Landschaftsökologischer Einfluß von Anlagen für den Massenskiport. I. Gesamtaufnahme des Pistenzustandes (Relief, Boden, Vegetation, rezente Morphodynamik) im Skigebiet Crap Sogn Gion/Laax GR. – Mat. z. Physiogeographie, 1: 1-57, Basel.
- SCHAUER, T. 1975: Die Blaikenbildung in den Alpen. – Schriftenreihe des Bayer. L.-Amt f. Wasserwirtschaft, 1: 1-29, München.
- STÄBLEIN, G. (Hg) 1978: Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I. – Berliner Geogr. Abh., 30: 1-95, Berlin.

#### *Anschrift der Autoren:*

Prof. Dr. HARTMUT LESER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.

Dipl.-Geogr. DANIEL SCHAUB, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.



## Ergebnisse und Erfahrungen einer geomorphologischen Detailkartierung in Südfrankreich

mit 1 Abbildung, 1 Tabelle und 1 Kartenbeilage

DOROTHEE FARRENKOPF

**K u r z f a s s u n g:** Das vorgestellte Kartiergebiet stellt einen Ausschnitt aus der westlichen Basse-Provence in Südfrankreich dar. Geologisch und geomorphologisch bilden der Aurélien, das Becken der Arc, die Plateaus und das Becken von Ollières jeweils naturräumliche Einheiten. Sie werden aus Gesteinen des Jura und der Kreide sowie pleistozänen und holozänen Sedimenten aufgebaut. Eine mächtige Folge von Kalken ermöglichte die Ausbildung eines Karstformenschatzes auf den Plateaus, wechsellagernde Schichten geomorphologisch harten und weichen Gesteins ließen einen strukturbedingten Formenschatz in den Becken entstehen.

Das Großrelief ist vor allem den endogenen und exogenen Vorgängen des Tertiärs zuzuschreiben. Die tektonischen Bewegungen sind für die Verteilung von Hochgebieten und Sedimentationsbecken sowie für die Überschiebung des Aurélien verantwortlich. Im Oligo-Miozän wurden unter kontinentaler Formung polygenetische Verebnungsflächen gebildet, die große Flächen der Plateaus einnehmen. Auch der Karstformenschatz ist zum großen Teil auf das Tertiär zurückzuführen. Im Pleistozän wurden die Hänge und Becken umgestaltet; an Steilhängen bildeten sich Schutthalden und geglättete Hänge, flachere Hänge wurden von Rutschungen, Solifluktion und Flächen-spülung geformt. Durch Prozesse schuttreicher Wassermassen, Schlammströme und Abspülung entstanden torrentielle Aufschüttungen am Kontakt der Berghänge zu den Becken. Im Becken der Arc sind alluviale Terrassen entstanden. Diese quartären Akkumulationen sind vor allem das Ergebnis riß- und wärmzeitlicher Formungsvorgänge.

Aktuell spielt die anthropogen bedingte Bodenerosion geomorphologisch die größte Rolle.

Zum Schluß stelle ich meine persönlichen Erfahrungen mit der französischen und der deutschen Konzeption geomorphologischer Karten zur Diskussion.

*Results and experiences from a detailed geomorphological mapping in Southern France.*

**S u m m a r y:** The map sheet presented shows a section of the occidental Basse-Provence in Southern France. The Aurélien, the basin of the Arc, the plateaus and the basin of Ollières are geological and geomorphological units, consisting of rocks of Jurassic, Cretaceous and of Pleistocene and Holocene sediments. A thick series of limestones results in the karst phenomena on the plateaus, the structural forms are due to the interbedding of hard and soft rocks in the basins.

The macro-relief is, above all, influenced by the endogenic and exogenic processes of the Tertiary. Tectonics are responsible for the distribution of the plateaus and basins and also for the overthrust of the Aurélien. During Oligo-Miocene times polygenetic erosion surfaces were formed by continental processes. These surfaces cover great sections of the plateaus. The karst phenomena are also assigned to the Tertiary.

Hillslopes and basins were modified during the Pleistocene: on steep slopes talus scree and smooth denudation slopes were formed, the gentler slopes were formed by landslides, solifluction and sheet wash. Torrentiel accumulations, which characterize the contact of the hillslopes and the basins are due to processes of sediment-loaded torrents, earth flows and sheet wash. Alluvial terraces were formed in the basin of the Arc. These Quaternary accumulations are due to the processes during the Riss and Würm. Today the anthropogenic soil erosion plays the greatest geomorphological role.

Finally I present my personal experience with the French and German conception of geomorphological maps for future discussion.

*Résultats et expériences d'une cartographie géomorphologique détaillée dans le sud de la France.*

R é s u m é: Le terrain de cette carte représente un extrait de la Basse-Provence occidentale en France du Sud. L'Aurélien, le bassin de l'Arc, les plateaux et le bassin d'Ollières constituent des unités géomorphologiques et géologiques. Les roches se composent de Jurassique et Crétacé et de sédiments Pléistocène et Holocène. Une épaisse série de calcaires a rendu possible les phénomènes karstiques sur les plateaux; des stratifications d'alternance de roches géomorphologiquement dures et tendres furent la condition préalable des formes structurales dans les bassins.

Le macro-rélief du terrain doit être rattaché surtout aux processus endogènes et exogènes du Tertiaire. Les mouvements tectoniques sont responsable pour la distribution des plateaux et des bassins et également pour le chevauchement de l'Aurélien. Pendant l'Oligo-Miocène, des surfaces d'aplanissement

polygéniques sont formées sous un modelé continental, qui occupent des grandes aréales sur les plateaux. Les phénomènes karstiques sont déterminées pour une grande part par le Tertiaire.

Pendant le Pléistocène, les versants et les bassins étaient modifiées: des éboulis et des versants régularisés sont constitués aux talus raids, les talus moins raids sont formés par des glissements, des solifluxions et des érosions aréolaires. Les activités des torrents chargés, l'écoulement boueux et le ruissellement diffus ont permis les épandages torrentiels au contact des talus avec les bassins. Des terrasses alluviales sont formées dans le bassin de l'Arc. Celles accumulations quaternaires sont surtout le résultat des processus Rissiens et Würmiens. Actuellement, l'érosion des sols anthropiques joue géomorphologiquement le rôle la plus grande.

Finalement, je mets mes expériences personnelles de la conception française et allemande des cartes géomorphologiques en discussion.

#### Inhaltsübersicht:

1. Einleitung
2. Geomorphologische Verhältnisse des Arbeitsgebietes
  - 2.1 Naturräumliche und orohydrographische Gebietsgliederung

- 2.2 Geomorphogenese des Gebietes
- 2.3 Rezente geomorphodynamische Prozesse und Gefährdung des Naturpotentials
3. Erfahrungen bei der Kartierung nach der französischen und der deutschen Legende
4. Literatur

## 1. Einleitung

Während eines Studienaufenthaltes 1981/82 in Aix-en-Provence in Südfrankreich führte ich im Rahmen meiner Magisterarbeit<sup>1</sup> eine geomorphologische Kartierung eines 80 bis 90 km<sup>2</sup> großen Gebietes in der westlichen Basse-Provence, nordwestlich von Saint-Maximin-la-Sainte-Baume, durch. Der einjährige Geländeaufenthalt erlaubte eine Geländebegehung und -beobachtung zu allen Jahreszeiten. Gleichzeitig hatte ich die Möglichkeit, durch Kontakte und Diskussionen mit französischen Geowissenschaftlern und Kommilitonen deren Ansicht und Darstellungsweisen hinsichtlich geomorphologischer Karten kennenzulernen.

Die geomorphologische Geländeaufnahme erfolgte in den Maßstäben 1 : 10 000 und 1 : 25 000. Topographische Karten waren ab 1 : 20 000 in den üblichen Maßstäben vorhanden, geologische Karten mit kurzen Erläuterungen lagen in den Maßstäben 1 : 50 000 und 1 : 100 000 vor. Außerdem hatte ich die Möglichkeit, von Zeit zu Zeit die Luftbilder des I.G.N. einzusehen.

---

<sup>1</sup> Für die Unterstützung bei dieser Arbeit danke ich Prof. Nicod, Prof. Barsch und M. Jorda.

## 2. Geomorphologische Verhältnisse des Arbeitsgebietes

### 2.1 Naturräumliche und orohydrographische Gebietsgliederung

Das Arbeitsgebiet wird im Süden von der fast 900 m hohen Schichtstufe des Aurélien begrenzt, dessen Juraschichten eine große, nach Norden überschobene Falte bilden. Den oberen Teil dieses Höhenzuges bildet eine hohe, nackte Felswand, dessen massive Kalke und Dolomite in den pleistozänen Kaltzeiten reichlich Frostschutt lieferten, der am Fuß des Steilhangs als Gravitätsschutt zu finden ist. Die darunter anschließenden weicheren mergeligen Kalke begünstigen dagegen einen solifluidalen und denudativen Formenschatz. Die am Fuß des Berges ausstreichenden teilweise dolomitisierten Kalke weisen kleine Faltungen und Spezialfalten auf, die die vorgeschobenen Partien, die Sporne und Vorsprünge auf den Hügeln bilden, die dem Aurélien vorgelagert sind.

Der Kontakt des Aurélien zum Becken der Arc wird von torrentiellen Aufschüttungen mit Mächtigkeiten bis über 10 m charakterisiert, die Formen flach geneigter Schuttfußflächen annehmen. Diese torrentiellen Aufschüttungen und ihre relative und absolute chronologische Beziehungen untereinander und zum pleistozänen Formenschatz im Becken der Arc sind eines der interessantesten Themen im Untersuchungsgebiet.

Das Becken der Arc schließt sich nördlich an den Aurélien an. Tektonisch stellt es eine Synklinale dar, die von relativ homogenen fluvio-lakustrischen Sedimenten der oberen Kreide (Maastricht) angefüllt ist. Es handelt sich um rote Tone, in die quarzreiche Sandsteinbänke eingelagert sind. Das Ausstreichen des Sandsteines ist geomorphologisch durch bewaldete Hügel erkennbar.

In diesem Becken befindet sich im äußersten SW des Arbeitsgebietes der tiefste Punkt mit 270 m ü. NN. Der Reliefunterschied zwischen Aurélien und Becken der Arc beträgt also rund 500 bis 600 m. Diese recht hohe Reliefenergie hat entsprechende Konsequenzen für das Erosionsgeschehen. Das Becken wird durch die Arc selbst nach Westen entwässert. Ihr Einzugsgebiet umfaßt den Nordhang des Aurélien und das Becken bis zum Kalkplateau im Norden. Von diesem Kalkplateau ist das Becken durch das Ausstreichen des Bauxit getrennt, der eine Diskordanz markiert. Der Bauxit gibt Zeugnis von der langen kontinentalen Entwicklung seit der Kreide in diesem Gebiet.

Darauf folgt die Antiklinale von Ollières und das Plateau der Pourrières bzw. das Plateau des Selves, die eine Höhe von 400 m bis 460 m einnehmen, woraus Berge mit Höhen zwischen 550 m und 600 m herausragen. Der Gesteinsuntergrund der Plateaus wird von der mächtigen Serie der Massenkalke und Dolomite des oberen Jura gebildet, die tiefgründig verkarstet sind. Oberflächengewässer fehlen gänzlich, das Gebiet wird unterirdisch entwässert. Korrosionserscheinungen prägen das geomorphologische Bild: Es kommen Karren, Karstschlotten, geologische Orgeln und weiter nördlich zwei Poljen vor.

Im Osten ist in dieses Plateau die jungkretazische Synklinale von Ollières eingebettet. Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der wechsellagernden Mergeln und Kalke geben dem Becken ein Relief von Hügeln und Gräben entlang der nordwestlich-südöstlichen Streichrichtung. Nach Norden, Osten und Südosten wird dieses Becken wieder von der Diskordanz des Bauxit begrenzt. Seine mittlere Höhe befindet sich bei rund 350 m. Es wird nach Süden entwässert.

Im Südosten schließlich begrenzt das mit pleistozänen Sedimenten bedeckte, flache Becken von Saint-Maximin das jurassische Kalkplateau. Am Kontakt zwischen Plateau und Becken entspringen drei Karstquellen, wovon eine nur intermittierend Wasser führt. Das Becken wird hauptsächlich von zwei größeren Bächen nach Nordosten entwässert.

Mit Ausnahme des künstlich geschaffenen Canal de Provence und der von der größten Karstquelle gespeisten Argens sind alle Bäche im Untersuchungsgebiet temporäre Wasserläufe. Im Sommer fallen sie trocken, aber auch im Winter weisen sie normalerweise keine hohe Wasserführung auf. Allerdings können nach starken Regenfällen extreme Hochwässer und Überschwemmungen, besonders bei den Karstquellen, auftreten.

Klimatisch gehört das Gebiet zum nordmediterranen Bereich mit trockenen, heißen Sommern und kühlen, feuchten Wintern. Die jährlichen Niederschlagsmengen von 700 bis 900 mm sind sehr ungleichmäßig auf das Jahr verteilt: ein Maximum befindet sich im Frühjahr, ein zweites im Herbst. Im Winter regnet es weniger, der Sommer weist 2 bis 3 aride Monate auf. Auch von der Pflanzenwelt her gehört das Gebiet zum nordmediterranen Florenbereich, heute findet man jedoch größtenteils nur noch degradierte Sekundärvegetation.

## 2.2 Geomorphogenese des Gebietes

Das Untersuchungsgebiet unterliegt seit dem Ende der unteren Kreide kontinentaler Formung. Frühere geomorphologische Prozesse und mehrere orogonische Phasen bestimmen wesentliche Elemente des heutigen Landschaftsbildes.

Die Entwicklung in der Kreide ist durch eine Epigenese bestimmt, die zur Hebung der karbonatischen Plattform in einer weiten antiklinalen Wölbung führte, dem sogenannten "isthme duracien". Auf diesem Rücken bildeten sich unter tropisch-humiden Klima die provençalischen Bauxite aus lateritischen Tonen. Gleichzeitig fand eine intensive Verkarstung der Kalke statt, die die wellige Bauxitfläche entstehen ließ. Aufgrund späterer Tektonik und Oberflächenformung hat diese Fläche aber keinen Einfluß auf die aktuelle Geomorphologie.

Dagegen ist die Tektonik und die Geomorphogenese für wesentliche Landschaftselemente der Plateaus verantwortlich. Im großen und ganzen kann man sagen, daß die relativen Höhenunterschiede und das heutige Reliefbild in seiner Grundstruktur das Ergebnis der tektonischen Phasen von Anfang Tertiär bis ins Pliozän sind, von denen der späteozänen, "provençalischen Phase" besondere Bedeutung zukommt. Sie bewirkte insbesondere die Faltung und Hebung des Aurélien.

Zwei tertiäre, polygenetische Verebnungen nehmen große Flächen auf dem Plateau des Pourrières und Plateau des Selves ein. Das höhere Niveau wird durch die abgeflachten Kuppen im Norden des Plateau repräsentiert, das tiefere Niveau, die "surface fondamentale" liegt auf der Antiklinale von Ollières, dem Plateau de Pourrières, und dem Plateau des Selves. Beide Verebnungsflächen wurden im Oligozän bis Miozän unter einem Klima mit wechselnden trockenen und humiden Phasen mit starken Regenfällen gebildet, das eine intensive Erosion und die Entstehung weiter Einebnungen begünstigte. Am Ausgang der Gebirgsmassive bildeten sich weite Pedimente, wo die Flüsse derart mit Sedimenten und Material beladen waren, daß sie zur linearen Erosion unfähig waren und eine flächenhafte Abspülung verursachten, was detritische Akkumulationen und Konglomerate in verschiedenen Becken der Basse-Provence belegen, die der intensiven Bodenabspülung und der Erosion in den Gebirgen entsprechen. Eine solche Einebnung ist auch auf dem kalkigen Gestein des Plateaus möglich, wenn die Infiltration in den Karst begrenzt ist, sei es am Anfang der Verkarstung, sei es durch Verschlämmen der Spalten und Klüfte (NICOD 1967).

Vindobone fluviolakustrische Ablagerungen belegen die Existenz eines ausgedehnten, moorigen Deltas,

das sich zum Durancianischen Golf erstreckte, dem Meer nördlich des Arbeitsgebietes (CORNET 1965). Bäche und Flüsse, vom Massif de Maures kommend, entwässerten die Basse-Provence und flossen nach Norden in dieses Meer ab. Da diese vindobone Formationen diskordant auf dem Jura zu liegen kommen, ihre meist feinkörnigen Ablagerungen aber schwerlich mit den intensiven Erosionsvorgängen, die solche Abtragungsebenen schufen, in Einklang zu bringen sind, müssen im Mittelmiozän die ehemaligen vorhandenen Höhenunterschiede also weitgehend verwirkt gewesen sein. Es ist jedoch offensichtlich, daß das Basisniveau der Einebnungsflächen schließlich das vindobone Delta gewesen sein muß. Da selbst das höhergelegene, ältere Erosionsniveau die Strukturen der eozänen tektonischen Phase anschneidet, müssen diese Vorgänge mindestens auf das Oligozän datiert werden. Im späten Eozän bis frühen Oligozän sowie im Stamp und Aquitan waren dazu auch die klimatischen Voraussetzungen gegeben (NICOD 1967). Dazwischen traten Anfang Oligozän und Ende Stamp tektonische Bewegungen, die das Gebiet hoben und der Erosion neuen Angriff boten, wobei die Restberge des Plateaus strukturellen Ondulationen ihre Erhaltung verdanken.

Spätere Tektonik im Mio-Pliozän bewirkten eine Hebung und Kippung der Plateaus, woraus die Einrichtung der aktuellen Entwässerungsrichtung von Norden nach Süden resultiert.

Den drei großen tektonischen Perioden der Provence in der Kreide, Ende Eozän und der pontischen Phase folgte jeweils ein Karstzyklus. Der kretazische Karstzyklus bildete die Bauxitfläche heraus. Die Oligomiozäne Verkarstung trug v.a. im Vindobon auch zur Ausbildung der tertiären Verebnungsflächen bei. Der ponto-pliozäne Karstzyklus wurde dagegen von den pleistozänen Klimaschwankungen unterbrochen, er führte nicht bis ins reife Stadium (ROUSSET 1968). Der Karstformenschatz und die Terra rossa des Plateaus ist zweifellos hauptsächlich tertiären Ursprungs. Allerdings trifft man auf den Kalkflächen neben dem Paläokarst auch auf Kleinformen der Korrosion, die aktuelle Lösungsvorgänge belegen, wie Rillen- Rinnen- und kleine Wandkarren. Weit verbreitet sind auch Rundkarren und teils tiefreichende Kluffkarren, die von früheren Verkarstungsphasen zeugen. Am häufigsten trifft man Karren- und Steinfelder mit mehr oder weniger ausgeprägten Spitzkarren, die sehr schön das Wechselspiel von Verkarstung freier Kalkflächen, Bodenbildung mit Kryptokorrosion, Frostverwitterung, Abspülung und Wiederverkarstung in verschiedenen Perioden bezeugen.

Es ist offensichtlich, daß die wesentlichen, großen Landschaftselemente durch die tertiäre Tektonik und Geomorphodynamik gelegt wurden. Das Land-

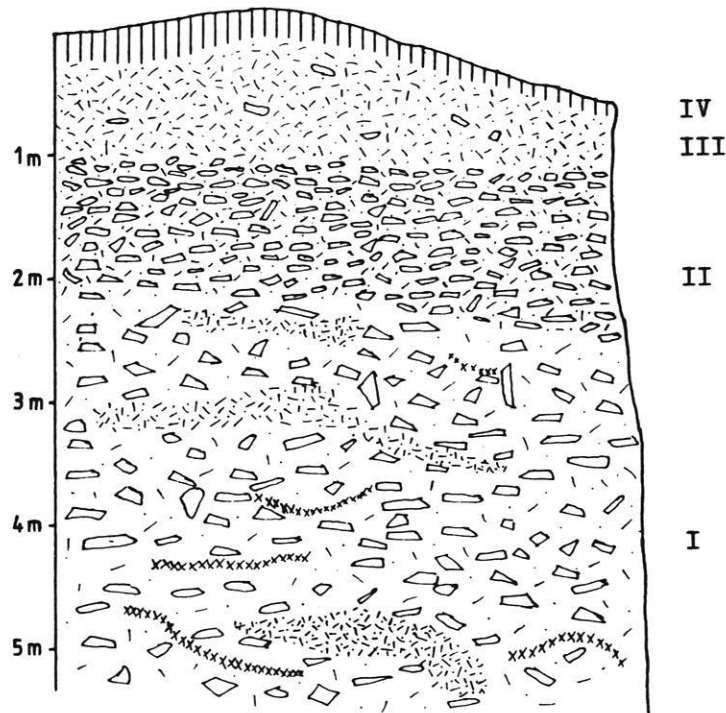
schaftsbild des Plateau des Selves mit der "surface fondamentale", aus der das oligozäne Relief herausragt, ähnelt aufgrund seiner Verkarstung bis heute dem Relief des Miozän. Auch der beeindruckende Höhenzug des Aurélien wurde im Tertiär gehoben. Dieses Relief wurde im Quartär durch periglaziale und torrentielle Prozesse modifiziert und teilweise umgestaltet.

Die Vergletscherung der Südalpen, etwa 100 km entfernt, wirkte sich in den pleistozänen Kaltzeiten direkt in periglazialen Perioden in der Basse-Provence aus, die in enger Verbindung mit der alpinen Gliederung des Quartär stehen. In trockenen und humiden Kaltzeiten lieferte die Frostverwitterung viel cryoklastischen Schutt der massigen Kalke, die besonders am Nordhang des Aurélien seiner Höhe und seiner Exposition gegen den Mistral wegen angriff. Aber auch auf dem Plateau des Selves wurden freiliegende Karrenfelder zerstört. Dieses Material ist

als Gravitätsschutt am Aurélien zu finden, wo er einen geglätteten Hang formte, der aber durch spätere lineare Erosion zerfurcht und zerschnitten wurde. In humiden Kaltzeiten vermochte die Frostsprengung entlang von Spalten und Klüften große Blöcke aus dem Gestein zu lösen.

Soliflukts- und Rutschungsprozesse kamen hinzu, die Schutt und Blöcke bis an den Bergfuß transportierten. Am unteren Hnag des Aurélien wurden diese Prozesse noch durch das tonige Substrat begünstigt. Flächenhafte Abspülung mit lateraler Ein-ebnung durch große Wassermassen führte zur Akkumulation der weiten Schuttfußflächen, die den Kontakt des Aurélien zum Becken der Arc kennzeichnen.

Drei Einheiten torrentieller Aufschüttungen können unterschieden werden: Die Schuttfußfläche von La Neuve erstreckt sich vom Bergfuß nach Norden, wo sie von einem Sandsteinhügel begrenzt ist. Östlich da-



- I torrentielle Aufschüttung von eckigem und kantengerundetem Frostschutt von 1 bis 5 cm Größe und von größerem Schutt von 20 bis 50 cm Größe in schluffig-sandiger Matrix von gelb-beiger Farbe, Linsen von schluffig-sandigem Material, unregelmäßige Horizonte von Kalkverkrustungen. Gesamtmächtigkeit bis zu 8 m.
- II torrentielle Aufschüttung von kleinem, dicht ge-

- packtem Frostschutt von 1 bis 3 cm Größe in schluffig-sandiger Matrix. Mächtigkeit 1,20 m.
- III sandig-schluffiger Horizont von gelb-bräunlicher Farbe. Mächtigkeit rund 80 cm.
- IV wenig entwickelte Rendzina mit A/C-Horizontierung und mit wenigen Gelifrakten von geringer Größe. Mächtigkeit rund 25 cm.

Abb. 1: Aufschluß in der torrentiellen Aufschüttung von Les Tuilières.



ran schließt sich ein kleiner Schuttfächer auf tieferem Niveau an, der folglich jünger als die große Schuttfußfläche sein muß. Noch weiter östlich findet man auf einem höheren, also älteren erodierten Niveau eine geringmächtige, lückenhafte Schuttdecke. Bei Les Tuilières (Abb. 1) nimmt die torrentielle Aufschüttung bei einer Mächtigkeit bis über 10 m eine weite Fläche vom Bergfuß bis zur Terrasse der Arc ein. Zum Hang ist sie von einem kleineren Schuttfächer mit steileren Neigungsverhältnissen bedeckt, der direkt nach der großen Schuttfußfläche abgelagert worden sein muß. Von geringerer Ausdehnung und geringerer Mächtigkeit sind westlich und nordwestlich von Les Moulières Reste einer torrentiellen Aufschüttung vorhanden.

Die große Ausdehnung der Einzugsgebiete dieser Akkumulationen am Hang des Aurélien und ihre schwache Überformung durch Frostschutt zeigen, daß die beschriebenen Formen der Schuttfußflächen im späten Pleistozän, am Ende des Würm, entstanden sind. Ganz im Westen des Arbeitsgebietes findet man aber auch eine Akkumulation aus der Rißzeit, erkennbar an ihrem höheren Niveau und an der Konsolidierung und Verkrustung des Materials.

Die besondere Lage der Provence im Pleistozän zwischen europäisch-kontinentalem und mediterranem Einfluß bewirkte in verschiedenen kalzeitlichen Perioden ein Klima mit stark ausgeprägten jahreszeitlichen Unterschieden und sehr ungleichmäßiger Niederschlagsverteilung, das die Verarmung und Vernichtung der Vegetation sowie eine erhöhte morphodynamische Tätigkeit zur Folge hatte. In kalten Wintern wurde das Material durch Frostsprengung vorbereitet, das im Frühjahr von großen Wassermengen, von der Schneeschmelze und gleichzeitigen heftigen Niederschlägen geliefert, verfrachtet und in den Becken abgelagert wurde. Die schuttreichen Ströme waren ihrer eigenen Überlastung wegen nicht zur Tiefenerosion fähig und so zu seitlichem Ausweichen und Laufverlegungen gezwungen, die zu flächenhafter Einebnung und Ablagerung führten (JORDA 1969). Die Ausbreitung der Sedimentation auf einer weiten Oberfläche mit einer sehr geringen Neigung, die unter der normalen Schuttfächer liegt, wurde gleichzeitig durch diffuse Rinnen- und Flächenspülung und zähflüssige Schlammströme begünstigt, die im Becken der Arc durch das tonige Substrat auf dem auftauenden Boden verursacht wurden. Diese Vorstellung der Geomorphodynamik korrespondiert mit den Einbuchtungen und unregelmäßigen Horizontierungen in den detritischen Akkumulationen. Das Nebeneinander von einem fluvialen Formenschatz mit Schwemmkegeln und kolluvialen Ablagerungen zeugen von jahreszeitlichen Unterschieden, klimatischen Oszillationen und Übergangszeiten zu gemäßigt-temperierten Zeiten, in denen die lineare Erosion vorherrschte. Ablösungen und Wiederkehren

der verschiedenen Phasen führte zu den ineinander verschachtelten Aufschüttungen und unterschiedlichen Niveaus, die eine chronologische Einordnung erlauben.

Die torrentiellen Formen stehen teilweise in direktem Zusammenhang mit den Terrassen der Arc.

Das höchste, präwürmische Niveau torrentieller und alluvialer Akkumulationen befindet sich nördlich der Arc bei Ferragui. Es handelt sich um Reste einer ehemals größeren Schuttfußfläche auf einem Sandsteinhügel fast 30 m über dem aktuellen Niveau, die zur Arc hin in die Terrasse (rund 10 m über der Arc) übergeht. Lateral herantransportiertes, torrentielles Material wurde von dem Fluß aufbereitet und ein Stück weit transportiert, wodurch der Übergang von torrentiellem, eckigem Kalkschutt zu fluvial abgerundetem und sandigerem Material zu erklären ist. Die torrentielle Akkumulation selbst ist in zwei Niveaus zu trennen.

Die Würm-Terrasse liegt ungefähr 6 m über dem aktuellen Niveau der Arc und ist aus schluffig-sandigen Sedimenten aufgebaut. Östlich von Pourcieux und bei Moulin de Vitalis im Norden der Arc weist sie gerundete, plattige Kalkschotter auf, da auch an diesen Stellen das torrentielle Material der Schuttfußflächen von Les Tuilières bzw. von Moulin de Vitalis aufbereitet wurde.

Nördlich der Arc geht die fluviale Terrasse seitwärts sanft in kolluviale Ablagerungen über, die zusammen eine ausgedehnte plane Topographie bis zum Hangfuß des Kalkplateau bilden, eine Einheit, die als "Glacis-Terrasse" bezeichnet werden kann.

Die jüngste, holozäne Terrasse, rund 2 m über der Arc, ist ebenfalls aus schluffigen Sanden, teilweise von einzelnen Schottern durchsetzt, aufgebaut. An der Basis tritt diskontinuierlich ein Horizont von größeren Schottern mit einer Mächtigkeit zwischen 10 und 20 cm auf. Er ist über eine lange Strecke entlang der Arc immer wieder anzutreffen und muß auf eine kurzfristige klimatische Veränderung am Anfang des Holozäns zurückgeführt werden. An einer Stelle ist die holozäne Terrasse zweigeteilt, wobei das jüngste Niveau auf anthropogene Landnutzung und intensivere Bodenerosion zurückgeführt werden kann.

Aufgrund des ineinander verzahnten fluvialen und torrentiellen Formenschatzes kann eine Einteilung der Chronologie erfolgen, die auf den Beziehungen der Formen untereinander, ihren Verschachtelungen und Bedeckungen, auf Vergleichen der Granulometrie und der Schichtung der quartären Sedimente und der Konsolidierung und Zementierung der Ablagerungen beruht.

Tab 1: Chronologie und Vergleich des Formenschatzes am Aurélien und im Becken der Arc.

| Stufe                         | Klima und Vegetation   | Formenschatz am Aurélien  | Formenschatz im Becken der Arc   |
|-------------------------------|--|---|--|
| subaktuell                    | mediterran   | kleine aktive Schutthalden<br>anthropogen bedingte Bodenerosion   | lineare Erosion  |
| historische Zeit              | temperiert, humider als heute; anthropogene Vegetationsvernichtung     | flächenhafte Erosion<br>anthropogen bedingte Bodenerosion   | historische Terrasse<br>kolluviale Akkumulation                                      |
| Anfang Subatlantikum (?)      | warmtemperiert, humid; Wiederherstellung der Vegetation                | flächenhafte Erosion  | holozäne Terrasse<br>kolluviale Akkumulation   |
| Anfang Holozän (Dryas III ?)  | kühler, ungleichmäßige Niederschläge; Vegetation nur diskontinuierlich | Schuttfächer von La Neuve, Schuttbildung in Sammelbecken, solifluidale Hangformung  | Schotterhorizont an der Basis der holozänen Terrasse                                 |
| (Alleröd ?)                   | temperiert, humid; Biostase  |   | lineare Erosion  |
| Ende Würm (Bölling-Dryas I ?) | kühl, humid; beginnende Vegetationsdecke                               | Schuttfächer von Les Tuilières, Schluffhorizont auf torrentiellen Schuttfußflächen, Schuttbildung in Sammelbecken, solifluidale Hangformung | Würm-Terrasse<br>kolluviale Akkumulation   |
| spätes Würm                   | sehr kalt, sehr ungleichmäßige Niederschläge; sehr wenig Vegetation    | torrentielle Schuttfußflächen von La Neuve, Les Tuilières, Les Moulières, Sammelbecken, solifluidale Hangformung                            | Schuttfächer von Moulin de Vitalis<br>Würm-Terrasse<br>Abflachung der Sandsteinhügel |
| Interstadial                  | warm, humid; Biostase  | fossiler Boden von Les Moulières  | lineare Erosion, Bodenbildung  |
| frühes Würm                   | kalt, gemäßigt humid weniger Vegetation                                | Glatthang, Schutthalden<br>Erosionsniveau E La Neuve  |  |
| Interglazial Riß/Würm         | warm, humid; Biostase  | Verkrustungen der Riß-Akkumulationen  | lineare Erosion, Eintiefung bis auf aktuelles Niveau                                 |
| spätes Riß                    | kalt, ungleichmäßige Niederschläge                                     | Schuttfächer La Neuve   | Schuttfächer und Terrasse von Ferragui   |
| Interstadial                  | warm, humid  |   | lineare Erosion  |
| frühes Riß                    | kalt, gemäßigt humid   |   | höheres Niveau des Schuttfächers von Ferragui  |

### 2.3 Rezente geomorphodynamische Prozesse und Gefährdung des Naturpotentials

Rezente Lösungsvorgänge auf Kalkflächen, die besonders das Kalkplateau betreffen, sind wie gesagt im Vergleich zu früheren Verkarstungen unbedeutend. Allerdings ist die unterirdische Kalklösung nach Untersuchungen des Karstquellenwassers beträchtlich. Von relativ geringer Bedeutung ist auch die rezente Hangschuttbildung an einigen Stellen des steilen Aurélien-Hanges; größtenteils wird der Schutt von der Vegetation gehalten und ist nicht mehr aktiv. An Wasserläufen können rezente Arbeitskanten, an den wasserreicheren Bächen wie der Arc und der Meyronne auch Seitenerosion festgestellt werden. Im tonigen und sandigen Boden arbeiten die Zu-

flüsse der Arc auch tiefenerosiv, meist wird die Tiefenerosion aber durch Aufschotterung des Bachbettes und durch das anstehende Gestein verhindert.

Den größten Beitrag zur Abtragung leistet aber heute die anthropogen bedingte Bodenerosion. Auf allen ackerbaulich genutzten Flächen mit noch so geringer Neigung findet flächenhafte Abspülung statt, was an der Feinsedimentation am Ende der geneigten Flächen unschwer zu erkennen ist. Sicherlich ist auch die teils mächtige Anhäufung von Kolluvionen in den Niederungen auf anthropogene Landnutzung zurückzuführen. Untersuchungen zur Bodenerosion von CLAUZON & VAUDOUR (1971) auf experimentellen Parzellen in der Gegend von Aix-en-Pro-

vence ergaben auf vegetationslosem Boden mit 14° Gefälle im Durchschnitt von 4 Jahren einen Bodenabtrag von 22,2 t/ha jährlich, wobei der Wert je nach Niederschlagsmengen und Bodenbearbeitung um mehr als das 100fache schwankt. Dagegen sind die Werte des Bodenabtrages auf der mit Vegetation bedeckten Parzelle vernachlässigbar.

Im Becken von Ollières sind auf den mergeligen und tonigen Böden der Äcker im Herbst Erosionsrinnen festzustellen, die mit der Bodenbearbeitung zwar ausgelöscht werden, aber immer wieder an der gleichen Stelle auftreten können.

Erschreckende Ausmaße nimmt die Bodenerosion auf landwirtschaftlich nicht oder nicht mehr genutzten Hügeln aus mergeligem Kalk und sogar aus Sandstein am Fuß des Aurélien an, wo es zur Ausbildung von Badlands kommt. In diesem Stadium ist die Bodenerosion nicht mehr reversibel und ihrer Formung kommt auch geomorphologische Bedeutung zu. Verschiedentlich wird versucht, der Bodenerosion mit Aufforstungen (die in der Provence nicht einfach sind) entgegenzuwirken. Aber offensichtlich führt auch dort die Kenntnis der Gefahren nicht unbedingt zu einer schnellen Umorientierung in der landwirtschaftlichen Bodennutzung.

### 3. Erfahrungen bei der Kartierung nach der französischen und der deutschen Legende

Von dem Arbeitsgebiet erstellte ich zunächst eine französische geomorphologische Karte. Gleichzeitig arbeitete ich auch an geomorphologischen und Naturgefahrenkarten in anderen Gebieten der Provence und der Südalpen, so daß ich die französische Legende gut kennengelernt habe. Aus diesem Grund beschloß ich, die Kartierung zunächst nach der Legende von JORDA (1977) durchzuführen. Die Umarbeitung der geomorphologischen Karte nach den Richtlinien der "Grünen Legende" fiel natürlich nicht schwer. Ich sehe auch viele Vorteile in der "Grünen Legende", möchte aber an dieser Stelle auf einige Punkte der französischen Legende eingehen, die mich beeindruckt haben.

Nach Veröffentlichungen und Gewichtung in der Legende sowohl von deutscher als auch von französischer Seite legen beide das Hauptgewicht auf die Geomorphogenese des Gebietes. Dennoch kommen dabei recht unterschiedliche Konzepte und Karten heraus. Während die Franzosen alles unter den Farben subsummieren, wobei die Darstellung des Substrates schlecht zum Ausdruck kommt, setzen die Deutschen auf die verschiedenen Informationsschichten, worunter die Darstellung der Genese meiner Ansicht nach manchmal leidet. Dazu ein Beispiel: Mit der beige Flächenfarbe werden in der französischen Karte aktuelle und holozäne, schluffig-sandige Kolluvionen dargestellt, wobei Unterschiede des Substrats bzw. des Alters durch zusätzliche Symbole oder durch Farbvariationen ausgedrückt werden können. Es ist klar, daß besonders bei denn kleinräumig unterschiedlichen Substraten in den Becken die Darstellung des Bodens zu kurz kommt, was vor allem für spätere andere Auswertungen (vgl. MÄUSBACHER 1985) nachteilig sein kann. Andererseits ermöglicht das Hinzufügen von Symbolen die Herkunft des Substrats zu verdeutlichen. Das

wiederum ist nur möglich, wenn auch die Symbole in den Prozeßfarben erscheinen, worin ich einen wesentlichen Vorteil sehe. Eine Stufe ist dann nicht nur als geomorphometrisch, nach Basisbreite und relative Höhe erfaßbare Form, sondern auch nach ihrer Genese z.B. als Terrassenkante (grün), petrographisch bedingter Vorsprung (rotbraun), anthropogen geschaffene Einschnitte (schwarz) etc. zu beschreiben. Ein Problem ergibt sich jedoch in den Fällen, in denen die Erfassung der Genese spekulativ ist. In der deutschen Legende wird deshalb die Interpretation dem Leser überlassen, der die Aussage des Kartenautors auf der Flächenfarbe entnehmen kann. Dennoch war das ein wichtiges Argument mit französischen Kollegen, in denen den Deutschen eine lediglich geomorphographische Aufnahme vorgeworfen wurde, wobei die Genese vernachlässigt werde.

Es war meiner Ansicht nach in der französischen Karte auch deutlicher der torrentielle Formenschatz untereinander sowie vom fluvialen Formenschatz durch Symbole in der Prozeßfarbe zu unterscheiden, wodurch die Verzahnung dieser Formen besser zum Ausdruck kommt. Bei polygenetischem Formenschatz sollte nicht ein Kompromiß bzw. eine Nivellierung zwischen verschiedenen geomorphologischen Prozessen stattfinden, sondern eine Gewichtung vorgenommen werden. Das wird teilweise durch die diagonale Schraffur erreicht, könnte aber durch einzelne Symbole in der jeweiligen Prozeßfarbe ergänzt werden. So sind in der französischen Karte die polygenetischen tertiären Verebnungsflächen sowohl als wellige Korrosionsverebnungen als auch mit zusätzlichen horizontalen Schraffuren als "surface fondamentale" bzw. höheres Niveau ausgewiesen. Das habe ich in die deutsche Karte übernommen, obwohl die Ergänzung eines Symbols für eine Form, die nur in der Gegend der Provence vorkommt, der

Konzeption des deutschen Kartenaufbaus eigentlich widerspricht. Seiner Wichtigkeit wegen wollte ich aber nicht darauf verzichten. Jede Kartenaufnahme stellt eine Interpretation der subjektiv wahrgenommenen Wirklichkeit in der Landschaft dar. Es ist daher sinnvoll, Standards zu entwickeln, die dem "Interpreten" die Richtlinien zur Kartendarstellung vorgeben, damit auch andere Menschen die Karte lesen können. Andererseits sollte dem Kartenaufnehmer der für seine Erkenntnisse und Interpretationen nötige Freiraum gewährt werden, diese auch in der Karte darzustellen. Meinen Erfahrungen nach ist es mit der französischen Konzeption einfacher, im Rahmen der Farb- und Symbolvorgaben nach eigenem Ermessen Zeichen und Symbole aufzunehmen.

Es ist auffällig, daß französische Karten nicht immer flächendeckend mit Farben ausgefüllt sind. Das liegt wohl hauptsächlich an der großen Bereitschaft,

Teilkarten wie karstmorphologische oder Erosionskarten zu erstellen. Es erlaubt, in relativ kurzer Zeit und ohne großen Aufwand zu bestimmten Problemen Stellung zu beziehen. Es ersetzt natürlich nicht eine vollständige geomorphologische Kartierung, kann aber für die Anwendung z.B. in Planungsvorhaben sehr interessant sein. Solche Teilkarten können gerade auch nach der Konzeption der "Grünen Legende" erstellt werden.

In mehreren europäischen Ländern werden in den letzten Jahren Anstrengungen zur Erstellung geomorphologischer Karten auch von Ausländern aufgenommen bzw. sind für diese von Interesse. Von daher wäre es doch sehr wünschenswert, zumindest in bestimmten Punkten, den Prozeßfarben und Symbolen z.B., zu einer Abmachung mit einheitlichen Richtlinien zu kommen.

#### 4. Literatur

- BILLEREY, A., DRESCH, J. & FRONCE, H. 1960: Les glaciaires du bassin supérieur de l'Arc. — C. R. Acad. Sc., t. 251: 401-403, Paris.
- CLAUZON, G. & VAUDOUR, J. 1971: Ruissellement, transport en solution sur un versant aux environs d'Aix-en-Provence. — *Rév. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, Vol. XIII, fasc. 5: 489-504, Paris.
- CORNET, C. 1965: Evolution tectonique et morphologique de la Provence depuis l'Oligocène. — Thèse, *Mém. Soc. Géol. France*, t. XLVI, no. 103, Paris.
- FARRENKOPF, D. 1983: Geomorphologische Detailkartierung des Gebietes Plateau des Selles - Becken der Arc - Massiv Aurélien in der westlichen Basse-Provence, Südfrankreich. — Magisterarbeit, Heidelberg.
- JORDA, M. 1969: Le massif de l'Olympe-Aurélien, étude géomorphologique. — *Et. et Trav. de Méd.*, no. 8: 25-47, Aix-Marseille.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1975: Geomorphologische Kartierung, 2. veränderte Aufl., Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1 : 25 000. — *Berliner Geogr. Abh., Sonderheft*: 1-39, Berlin.
- MÄUSBACHER, R. 1985: Die Verwendbarkeit der geomorphologischen Karte 1 : 25 000. — *Berliner Geogr. Abh.*, 40, Berlin.
- NICOD, J. 1967: Recherches morphologiques en Basse-Provence calcaire. — Thèse, Aix-en-Provence.
- ROUSSET, C. 1968: Contribution à l'étude de karst du SE de la France: altération morphologiques et minérales. — Thèse, Marseille.
- TRICART, J., RAYNEL, R. & BESANÇON, J. 1972: Cône rocheux, pédiments, glaciaires. — *Ann. Géogr.*, no. 443: 1-24, Paris.

*Anschrift der Autorin:*

Dipl.-Geogr. DOROTHEE FARRENKOPF, Geographisches Institut der Universität, Im Neuenheimer Feld 348, 6900 Heidelberg 1.



## Geomorphologische Kartierung 1 : 25 000 in der Umgebung von Lidar am oberen Euphrat, Südost-Türkei

mit 1 Kartenbeilage und 1 Abbildung

GERALD SEIDEL & HARTMUT LESER

**K u r z f a s s u n g:** Im Sommer 1982 und 1983 wurde im Bereich des geplanten Atatürk-Staudamms in der Provinz Urfa, Südost-Türkei, eine geomorphologische Kartierung durchgeführt. Bei dem Kartiergebiet handelt es sich um eine Terrassenlandschaft mit Schichtstufenelementen. Neben der rezenten Flußbaue und einer alten Terra rossa-Hochfläche, deren Boden allerdings zum Teil abgetragen ist, findet man vier Terrassen: Die untere Terrasse liegt ein bis fünf Meter über der Flußbaue und wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Das Substrat an der Oberfläche ist grober, dunkler (Euphrat-)Sand. Die Lidar-terrasse liegt im Schnitt zehn Meter über der unteren Terrasse. Das Substrat ist durchgehend schluffig. Auf dieser Terrasse liegt die alte Siedlung. Die Mittelterrasse liegt ein bis drei Meter über der Lidarterrasse. Das Substrat ist stark durchmischt und wesentlich heller als bei der unteren Terrasse. Das läßt den Schluß zu, daß an ihrem Aufbau viel Lokalmaterial aus dem Einzugsgebiet des südlichen Baches beteiligt ist. Die obere Terrasse liegt auf der Kalkstufe, 30 bis 50 Meter über der Lidarterrasse. Das Oberflächensubstrat besteht aus grobem, dunklen Kies. – Verschiedene geomorphologische Kartierungsprobleme werden diskutiert, ebenso methodische Probleme zwischen Geomorphologie und Archäologie.

*Geomorphological mapping at the scale 1 : 25 000 in the vicinity of Lidar on the upper Euphrates, SE-Turkey.*

**S u m m a r y:** A geomorphological mapping was carried out in the summer 1982 and 1983 in the district of the Atatürk dam, Urfa province, south eastern Turkey. A terrace landscape with cuesta elements is situated in the area. Between the recent flood plain of the Euphrat river and the high terra rossa plateau with an eroded bottom four terraces are developed. First the lower terrace in one to five me-

ters above the flood plain. The terrace plain is intensively used for agriculture. The terrace is represented by the Lidar terrace in ten meters above the lower terrace. The substratum is all silt. The Lidar terrace is the place of the old settlement, the "tepe". Third the Middle terrace follows in three meters above the Lidar terrace. The substratum is composed of different grain size classes. Presumably this material originates from small watersheds, transported by the small southern creek. The Upper terrace is developed on the limestone layer in thirty to fifty meters above the Lidar terrace. A dark gravel sediment was accumulated on the top of the limestone cuesta. – The article discusses some geomorphological mapping problems, and some methodological problems, which are arranged between geomorphology and archaeology, too.

*Levé géomorphologique à l'échelle 1/25 000 aux environs de Lidar, l'Euphrate supérieur, SE-Turquie.*

**R é s u m é:** Pendant l'été 1982 et 1983, une carte geomorphologique de la région du barrage d'Atatürk, province Urfa, sudest de la Turquie, était levée. La feuille Lidar montre un paysage avec différentes terrasses et avec des éléments de cuestas. Entre la plaine alluviale récente et un plateau de Terra rossa partiellement érodé on trouve quatre terrasses: La terrasse la plus basse se trouve entre 1 et 5 m au-dessus de la plaine alluviale. Elle est utilisée intensivement par l'agriculture. Les formations superficielles se compose des sables grossières et foncés d'Euphrat. La terrasse "Lidar" est situé en moyen dix metres au-dessus de la terrasse "Lidar". Les sédiments montrent une couleur claire que celles de la terrasse plus basse, et la variation granulaire est plus grande. Ça permet la conclusion qu'elle est construite en partie par des matériaux locaux d'un petit basins-versant situé au sud de la terrasses. La terrasse la plus haute se trouve sur un gradin calcaire. Dans l'article, quelques problèmes de la cartographie géomorphologique et aussi quelques problèmes méthodologiques entre la géomorphologie et archéologie sont discutés.

<sup>1</sup> G. SEIDEL dankt Herrn Professor HAUPTMANN und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Arbeitsmöglichkeit in der Türkei. – Der DFG sei weiterhin dafür gedankt, daß der Artikel im Rahmen der "Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm" erscheinen darf.

## Inhaltsübersicht:

1. Einleitung
2. Vorgehen
3. Hydrographische Verhältnisse
4. Terrassen und Fluvialdynamik

5. Geomorphologische Detailprobleme
6. Bemerkungen zur beiliegenden geomorphologischen Karte 1 : 25 000 und ihren methodischen Perspektiven
7. Literatur

### 1. Einleitung

Im Sommer 1982 ergab sich die Möglichkeit, am Oberlauf des Euphrat eine großmaßstäbige geomorphologische Kartierung durchzuführen. Das Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Heidelberg (Direktor: Prof. Dr. Harald Hauptmann) gräbt in Lidar in der Provinz Urfa einen Siedlungshügel aus dem Chalkolitikum aus. Die frühesten Besiedlungsspuren reichen bis in das 4. Jahrtausend zurück.

Um die Frage der Archäologen nach den früheren Umweltverhältnissen auch nur annähernd klären zu können, ist eine Aufnahme der geomorpholo-

gischen Situation unumgänglich. So wurde in der Kampagne 1982 erstmals mit der geomorphologischen Kartierung des Gebiets direkt am Tepe (türkisch: Hügel, hier: Siedlungshügel) begonnen.

Die Grabung selbst befindet sich in der dritten Kampagne. Lidar wurde als Grabungsort ausgewählt, da das ganze Gebiet in einigen Jahren vom Wasser des Atatürk-Staudamms überflutet sein wird. Im Raum Lidar laufen z.Z. noch mehrere andere Grabungen (Kurban, Hasek, Kritille, Samsat), die von anderen Instituten betrieben werden.

### 2. Vorgehen

Der Zeitplan sah als erstes eine genaue Geländebegehung vor, um die Arbeitsmöglichkeiten und die technischen Probleme zu klären. Dann sollte mit der Kartierung in der unmittelbaren Umgebung des Tepe begonnen werden.

Die Beschaffung von geeigneten Karten oder Luftbildern erwies sich von Deutschland aus als unmöglich. *Topographische Karten* im Maßstab größer 1 : 200 000 unterliegen der militärischen Geheimhaltung, wenn auf ihnen ein Gradnetz eingetragen ist. Sie sind nicht erhältlich.

Auch *Luftbilder* sind aus militärstrategischen Erwägungen nicht zugänglich, desgleichen Satellitenauf-

nahmen. Die einzigen Satellitenaufnahmen, die zugänglich sind, stammen von LANDSAT Anfang der siebziger Jahre. Allerdings lassen diese Aufnahmen nur eine Maximalvergrößerung bis zum Maßstab von 1 : 200 000 zu, der sich für die gestellten Aufgaben als zu klein erwies.

Erst in Urfa (Hauptstadt der Provinz, in der der Grabungsort liegt) wurden uns nach langem Zögern Karten zum Kopieren zur Verfügung gestellt, welche die Fluß- und Bachläufe und 50 m-Höhenlinien zeigen. Somit war wenigstens eine Orientierungsgrundlage vorhanden.

### 3. Hydrographische Verhältnisse

Der Euphrat (Abb. 1) ist im Kartiergebiet ein verwilderter Fluß. Er ändert mehrmals im Jahr – je nach Wasserstand und Regenzeit – sein Hauptstrombett. Dadurch sind die vielen Totarme bzw. verlandeten Arme, die auf der Karte im Bereich Lidar auf der unteren Terrasse zu finden sind, zu erklären. Der stark schwankende Wasserstand und der damit verbundene, ebenfalls schwankende Sedimenttransport sind hier-

für verantwortlich. Allerdings ist der Sedimenttransport im Fluß, bedingt durch den neuen Staudamm am Oberlauf (im Keban bei Elasiğ), stark zurückgegangen. Die Schwankungen des Wasserstands sind jedoch geblieben.

Im Kartiergebiet befinden sich neben dem Euphrat noch zwei *Bäche*, die ständig Wasser führen. Sie

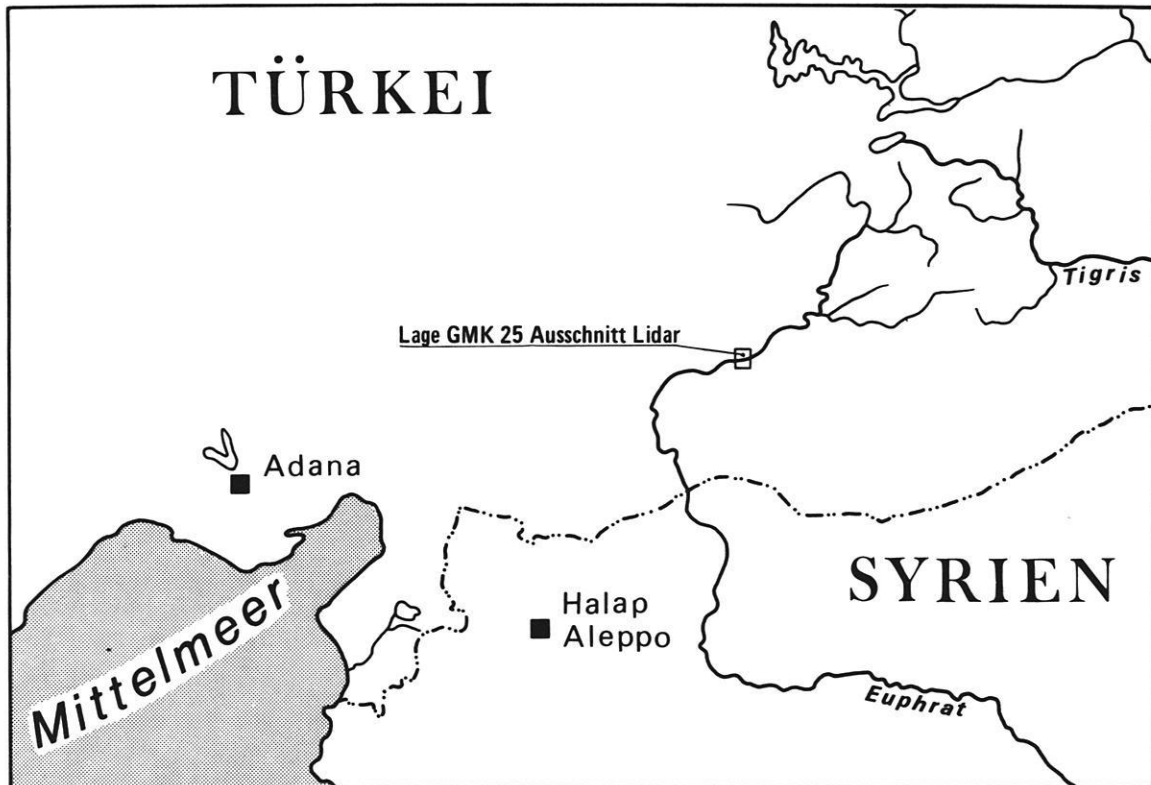


Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes.

kommen aus dem Hinterland. Der eine entspringt in der Gegend von Bosova aus drei Quellen, der andere hat zwei Quellen auf der Terra rossa-Fläche. Die Bäche werden auf ihrer gesamten Laufstrecke so intensiv zur Bewässerung von Feldern genutzt, daß beide Bäche den Euphrat nicht mehr erreichen. Trotzdem haben sich entlang dieser Bäche für semi-aride Verhältnisse erstaunliche Feuchtbiotope gebildet bzw. erhalten. Man findet, neben den üblichen Wassertieren, verschiedene Insektenarten, auch Wasserschildkröten und Frösche. Sogar kleine Fische stehen an jenen Stellen, an denen der Bach durch Gesteinsschwellen im Untergrund oder anthropogen aufgestaut ist. Beide Bäche fließen in einem Sohlental, wobei der Kolikbach (das ist der Bach im Nor-

den) in dieses Sohlental eine 20 bis 30 Meter tiefe Schlucht eingegraben hat, die bis auf den anstehenden Mergel reicht.

Das gesamte Niederungsgebiet ist mit flachen Rinnen durchzogen, die nur während der episodisch auftretenden *Starkregen* Wasser führen. Diese Starkregen sind für die Erosion vor allem im Bereich der Hänge verantwortlich. Die Menge des Materialtransports muß beachtlich sein. Hinweis dafür sind die ausgeprägten Schwemmfächer auf der Lidarterrasse, die vor der Mündung solcher episodisch wasserführender Rinnen liegen. Bei den hier abgelagerten, wenig gerundeten Schottern handelt es sich ausschließlich um Lokalmaterial.

#### 4. Terrassen und Fluvialdynamik<sup>2</sup>

Die *rezente Flußbaue* – als unmittelbarer Überschwemmungsbereich des Flusses – bildet die untere Stufe der Terrassentreppe. Sie befindet sich auch heute noch in aktiver Weiterbildung. Genutzt wird sie vor allem durch künstlich angelegte Pappelwälder, deren Holz man zum Hausbau benötigt.

Die *untere Terrasse* liegt zwischen 1 und 5 Meter über der rezenten Flußbaue. Sie wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Auf ihr findet man an einigen

<sup>2</sup> Vergleiche zu den diskutierten Formen und Sedimenten die farbige Kartenbeilage.



Stellen nördlich von Lidar noch deutliche Spuren des alten Flußlaufs. Gegen die Lidarterrasse erscheint sie durch einen kleinen Schwemmkegel aufgehöhht, der offensichtlich vom Kolikbach gebildet wurde, als dieser noch regelmäßig in den Euphrat floß.

Auf der südwestlichen Fortsetzung dieser Terrasse findet man zwei weitere gutausgebildete *Schwemmkegel*. Sie wurden bzw. werden beide von dem hier abkommenden Bach gebildet. Der nördlichere von beiden stammt aus der Zeit, in der der Bach ca. 100 Meter weiter nördlich in den Fluß mündete. Durch seine eigene Akkumulation hat sich der Bach selbst den Weg verbaut. Er mußte sich einen neuen Weg über die Terrasse zum Fluß suchen. In der Folge wurde dann der südliche Schwemmkegel gebildet. Gegenwärtig scheint dieser Bach noch häufiger den Euphrat zu erreichen als der Kolikbach. Das Gerinnebett ist ca. zwei Meter in den Schwemmfächer eingetieft. Das Erosionssteilufer bildet einen *natürlichen Aufschluß*, der folgende Schichtung erkennen läßt: Feinsediment (vom Euphrat) und (Lokal-) Schotter liegen regelmäßig übereinander. Das feine Euphratmaterial erkennt man am hohen Glimmeranteil und der dunklen Farbe.

Das *Substrat* an der Terrassenoberfläche besteht durchgehend aus Sand. Lediglich im direkten Bereich der Schwemmkegel ist der Sand mit Lokalschottern vermischt. Bei Bohrungen auf dieser Terrasse trifft man in etwa einem Meter Tiefe auf die erste durchgehende Geröllschicht. Es handelt sich um das oben erwähnte Lokalmaterial.

Die nächsthöhere Terrasse wurde als *Lidarterrasse* bezeichnet. Dieser Lokalname wurde gewählt, da der Siedlungshügel dieser Terrasse aufsitzt. Sie erhebt sich etwa 10 bis 15 Meter über die untere Terrasse. Auch wird sie intensiv landwirtschaftlich genutzt (Getreideanbau). Das Substrat ist durchgehend schluffig, außer im unmittelbaren Bereich der Hang-

fußzone, wo der Schluff mit Bruchstückchen des anstehenden Kalks durchsetzt ist.

Die als *Mittelterrasse* bezeichnete Fläche ist wahrscheinlich nicht vom Euphrat, sondern von dem hier einmündenden Bach gebildet worden.

Einen auffälligen *Steilhang* – mit Schichtstufencharakter – bildet der vermutlich miozäne Kalk über der Lidarterrasse. Diese Stufe ragt teilweise über 30 Meter hoch. Sie führt zur oberen Terrasse. Die völlig kahlen Kalkfelsen unterhalb der Terrassenkante zeigen starke *Zerrunsung*. Der Aufstieg ist nicht überall möglich, da die Felsen zum Teil Wände bilden. Die Dachfläche der Stufe muß als Terrasse bezeichnet werden, da sie mit ca. zwei Meter mächtigen Euphratschotter-sedimenten bedeckt ist. Nur an Stellen, wo episodische Bachläufe diese Oberfläche durchschneiden, findet sich auch Lokalmaterial, das im Unterschied zum Euphratmaterial weitaus besser gerundet und von wesentlich dunklerer Farbe ist. Die Terrassenoberfläche ist fast völlig vegetationslos. Anbau findet nicht statt.

Von dieser schotterbedeckten, schichtstufenartigen Terrasse führt eine kleine Stufe zu einer etwa fünf Meter höher gelegenen *Hochfläche*. Auf ihr findet sich eine typische *Terra rossa*. Sie scheint im Kartiergebiet z.Zt. nicht gebildet zu werden. Vermutlich handelt es sich um eine vorzeitliche Bodenbildung. – Auf der Hochfläche trifft man typische Erscheinungen der *Bodenerosion* an (z.B. Gully-Erosion). Die vorhandenen Kuppen (Mercimoktepe, Girtepe) sind gänzlich freigespült; die Terra rossa liegt hier jetzt in den Mulden und Tiefenlinien. Das *Substrat* auf der Oberfläche der Hochfläche ist sandiger Schluff. Diese Flächen werden für Getreideanbau genutzt. Im Herbst werden die Stoppelfelder abgebrannt. Diese Brände zerstören jegliche Vegetation. Sie leisten somit der Abtragung Vorschub.

## 5. Geomorphologische Detailprobleme

Unter dem ganzen Gebiet findet sich eine *Mergelschicht*. Diese läßt sich längs des ganzen Flußufers in etwa zwei Meter Höhe über dem normalen Flußniveau verfolgen. Erst nördlich Lidar, bei der Lehmgrube, taucht die Mergelschicht in den Untergrund ab. Diese Mergelschicht läßt sich leicht verfolgen, da sie gleichzeitig einen *Quellhorizont* bildet. Die Mergelschicht ist überall dort zu finden, wo Erosion stattgefunden hat. Der Kolikbach hat in die obere Terrasse eine mehr als zehn Meter tiefe Schlucht eingegraben, die an ihrem Boden mit dem Bachbett die Mergelschicht ausschneidet.

Eine weitere Stelle, wo der Mergel gut zu verfolgen ist, bildet der Boden der Schlucht am Südrand der Karte. An dieser Stelle befand sich ursprünglich einmal ein *Muldental*, welches in einer Zeit mit mehr Materialtransport zugeschottert wurde. Als das Klima danach wieder arider wurde, hat sich der episodische Bach, der vom Artintepe abkommt, in die Sedimente eingegraben. Der Schwemmkegel des ursprünglichen Bachs wurde vom Euphrat wegerodiert. Interessant wäre eine *Datierung der Terrassentreppe*. Sie ist jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, weil dies umfangreichere geomorphologische und

stratigraphische Untersuchungen vorausgesetzt hätte, die über das Kartierungsgebiet hinausgreifen müßten. An sich würde sich hier eine Zusammenarbeit zwischen Geomorphologie und Archäologie anbieten, die aber eine größere Koordination im Vorfeld der Kartierung erfordert hätte. Diese hätte methodische Probleme, wie sie sich aus den *verschiedenen Arbeitsmaßstäben* von Archäologie und Geomorphologie/Sedimentologie ergeben, verhindert.

Während nämlich die Archäologie überwiegend *punktuell* arbeitet, dabei auf einen engen zeitlichen Rahmen für die Grabung abzielend, setzt die Geomorphologie bei Formenerfassung und Kartierung geomorphogenetischer Substrattypen (als Prozeßindikatoren) *größerräumiger* an. Daraus resultiert für künftige Arbeiten, daß man bereits *vor* Beginn der Grabung geomorphologisch kartiert. Dies hätte sowohl in größten Maßstäben zu erfolgen (z.B. 1 : 1 000 im Bereich der archäologischen Aufnahmen) als auch in "kleineren" Maßstäben (z.B. 1 : 25 000), um die geochronologische und geomorphogenetische Situation aus den Reliefgenerationen und den Substraten zu erschließen. Mit Hilfe solcher Geochronostratigraphien kann man dann auch relativ punktuelle Grabungsaussagen in einen umfassenden räumlichen Kontext stellen.

## 6. Bemerkungen zur beiliegenden geomorphologischen Karte 1 : 25 000 und ihren methodischen Perspektiven

Die Kartierung wurde nach der Legende im GMK-Projekt ausgeführt und hatte u.a. das Ziel, das GMK 25-Konzept in einem semihumiden bis semiariden Raum zu erproben. Der Vorteil des Kartierungsgebietes besteht in seiner relativen Offenheit infolge der weitgehend fehlenden Vegetation (aus Gründen der Landnutzung oder der anthropogenen Vegetationszerstörung). Nachteilig, weil zu einem relativ monotonen Kartenbild führend, stellt sich die relativ geringe Formen- und Substratdifferenzierung heraus.

Damit wären einige *Kartierungsprobleme* anzusprechen, die hier als methodische *Erfahrungen* und Anregungen mitzuteilen sind. Auf die unzureichenden topographischen Kartierungsunterlagen wurde bereits eingangs hingewiesen. Es gilt nachzuvor die Feststellung, daß eine GMK (oder andere thematische Karten) nicht besser als ihre topographische Grundlage sein kann. In Ländern mit unzureichenden (einschließlich nicht zur Verfügung stehenden) Kartenunterlagen wird in der Regel auf zu kleinmaßstäbige Unterlagen kartiert. Auch eine photographische Vergrößerung löst diese Probleme nicht, den mit der Vergrößerung ist immer ein Differenzierungsverlust verbunden, der sich auch in einer relativ einfachen

Immerhin lassen sich aus der *geomorphologischen Position des Tepe* einige Aussagen zur Lebensstrategie der Bewohner der ausgegrabenen Siedlungen machen. So befindet sich der Standort der chalkokritischen Siedlung nicht zufällig an dieser Stelle. Hier streicht eine Kalkscholle aus, die sich ca. acht Meter über das Terrassenniveau erhebt. Auf dieser Scholle wurde die erste Siedlung aus Sicherheitsgründen angelegt. Die Siedlung wuchs offenbar recht schnell, da sich an dieser Stelle höchstwahrscheinlich eine Furt befand, wobei der Siedlung auf der gegenüberliegenden Flußseite (Kritille) vermutlich die Rolle eines Vorpostens zufiel.

Etwa vier Kilometer flußaufwärts kann der gleiche Sachverhalt noch einmal beobachtet werden. Auf einer ausstreichenden Kalkscholle wurde ebenfalls eine jedoch wesentlich kleinere Siedlung angelegt. Von der dortigen Kalkscholle und der Siedlung ist allerdings fast nichts mehr vorhanden, weil der Fluß diesen Tepe wegerodiert hat.

Der Fuß des Lidartepe liegt bei 421 Meter über NN. Die Gesamthöhe beträgt 28 Meter. Abzüglich der 8 Meter hohen Kalkschwelle sind hier 20 Meter *Zivilisationsschutt* aufgetürmt. Der Tepe war bis zum späten Mittelalter durchgehend besiedelt, erst dann wurde die Siedlung an den Fuß des Tepe verlegt.

geomorphologischen Kartierung und damit "dünnen" geomorphologischen Karteninhalten ausdrücken muß. Unter diesen Umständen können dann die Legenden nicht ausgeschöpft werden. Mangelnde topographische Orientierungsmöglichkeit würde erfordern, die Signaturen "in die Luft" zu hängen. Zwangsläufig ergibt sich ein wenig differenziertes, "geglättetes" Bild der Formendarstellung. In dem beiliegenden Kartierungsmuster zeigt sich das in dem glatten Verlauf der Stufen- und Terrassenränder, den wenig gegliederten Bachläufen und den vorsichtig gesetzten Tal- und Tiefenliniensignaturen.

Zu den Kartierungsproblemen gehört auch die *Kartiererfahrung*. Gewisse Inhaltsgrößen gehen nicht nur auf die mangelnde topographische Grundlage zurück, sondern auch auf die Unsicherheiten des Kartierers, in wenig vertrauten Gebieten ein bei ihm nur eher peripher zum Handwerkszeug gehörendes Instrumentarium einzusetzen. Daraus sollte die Konsequenz resultieren, daß Nicht-Geomorphologen einen geomorphologischen Kartierkurs absolvieren, bevor sie in den eigenen Arbeitsgebieten geomorphologische Aufnahmen starten. Damit könnten zugleich auch jene oben erwähnten methodischen Probleme

gezielter angegangen werden, die sich zwischen *Geomorphologie und Archäologie* – wegen der verschiedenen Maßstäblichkeiten der Betrachtungsgegenstände – anordnen. An sich läge nahe, die geomorphologische Aussage (prozessual, chronologisch, stratigraphisch) für archäologische Zwecke einzusetzen. Das erfordert beim Geomorphologen ein bisweilen größermaßstäbiges Kartieren, gegebenenfalls auch "nur ergänzend" (siehe oben), und beim Archäologen ein raumbezogenes kleinermaßstäbiges Denken, um von der Punktaussage zur Raumaussage zu gelangen und um die archäologische Zeitskala in die längerfristige geowissenschaftliche "einhängen" zu können.

In diesen Rahmen wäre auch eine kritische Sichtung der *Substratkennzeichnungen* im vorliegenden Kartenbeispiel vorzunehmen. Die Substratbezeichnungen erschließen sich in ihrem geomorphogenetischen Charakter erst aus den Farbflächen der ihnen zugewiesenen Prozeßbereiche. Es darf aber zu Recht vermutet werden, daß differenziertere Substratansprachen – im Sinne geomorphogenetischer Substrattypen als geomorphologische Prozeßindikatoren – eine stärkere Gliederung der Formen-Sediment-Abfolgen erlaubt hätten. Damit wäre dann – via Georeliefgenerationen – eine Brücke zur archäologischen Aussage hergestellt. Man könnte nämlich aus der Formen-Sediment-Abfolge klimabezogene Geochronostratigraphien aufstellen, die in Beziehung zu den Lebensumweltzuständen früherer Kulturen zu setzen sind.

Die Karte ergibt insgesamt ein klar gegliedertes Bild einer *Terrassenlandschaft*, die zugleich gewisse Möglichkeiten von Lebensraumstrategien für vor-

zeitliche Kulturen läßt. Allein die Interpretation der hydrographischen Verhältnisse dieses GMK 25-Ausschnittes ließe hierzu zahlreiche Aussagen erwarten. Versuche dazu wurden in den Kapiteln 3 und 4 dieses Artikels unternommen.

Die Darstellung der Formen zeigt die *Anwendungsmöglichkeit des GMK 25-Konzeptes*, wobei einmal mehr die Bedeutung einfacher quantitativer geomorphographischer Kennzeichnungen deutlich wird (hier vor allem durch die Stufen- und Kantenzeichen repräsentiert). Wäre eine eher auf Aktualprozesse bezogene Aussage erwünscht gewesen, hätte man nicht nur mehr diesbezügliche (und im Legendenangebot vorhandene) Signaturen einsetzen müssen, sondern man wäre auch um eine differenzierte Hangneigungswinkelaufnahme nicht herumgekommen. Da aber lediglich beabsichtigt war, die geomorphologische Grundsituation der Wohnhügel in einem größeren Kontext zu vermitteln, der über die dürre topographische Kartenaussage hinausgeht, schien der Einsatz eines reduzierten geomorphologischen Signaturenkatalogs gerechtfertigt.

Die in Kapitel 6 (und teilweise auch Kap. 5) mitgeteilten methodischen Diskussionsbemerkungen, auch wenn sie im Hinblick auf die farbige Kartenbeilage selbstkritisch ausfallen, sollen mithelfen, aus dem Instrument GMK für den Nachbarwissenschaftler, vor allem auch den ausgesprochenen Nicht-Geowissenschaftler, künftig mehr zu machen. In diesem Sinne sind die Diskussionen weiterführender Perspektiven zu verstehen, auch wenn sie im dargestellten Projekt selbst noch nicht zum Tragen kamen.

## 7. Literatur

- ASAGI, F. H. 1975: Firat Havzasında Arastimlar (Surveys in the Lower Euphrates Basin). – O.D.T.Ü. Asagi Firat Projesi Yayinlari. Seri I Nr. 1, 201 S., Ankara.
- HÜTTEROTH, W.-D. 1982: Türkei. – Wissenschaftliche Länderkunden, 21. – Darmstadt.
- ÖZDOĞAN, M. 1977: Lower Euphrates Basin Survey Middle East University. – Lower Euphrates Project Publications, Series I, Nr. 2, 108 S., Istanbul.
- WIEGAND, G. 1981: Einige Bemerkungen zum physischen Aufbau des Hassek Höyük und seiner landschaftlichen Umgebung. – Instanbuler Mitteilungen 31: 91-93, Istanbul.

### *Anschrift der Autoren:*

Prof. Dr. HARTMUT LESER, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel.

GERALD SEIDEL, Pfingstbergplatz 9, 6800 Mannheim 82.

## Die Landschaftsplanung als Anwendungsfeld geomorphologischer Detailkarten

mit 1 Tabelle und 2 Kartenbeilagen

HARALD ZEPP

**K u r z f a s s u n g:** Im Mittelpunkt des Beitrags steht die Verwendbarkeit geomorphologischer Kartierergebnisse nach der Konzeption der GMK 25 für die Landschaftsplanung in Nordrhein-Westfalen. Aus den Zielen der Landschaftsplanung im Sinne einer Fachplanung für Naturschutz und Landschaftspflege werden die Anforderungen an die wissenschaftlichen, und speziell die geomorphologischen Grundlagen abgeleitet. Geomorphologische Detailkarten halten wesentliche Informationen für die folgenden Themenkomplexe bereit: Naturschutz, Bodenerosionsschutz, Immissionsschutz und Klimaverbesserung, Sicherung und Erschließung der Landschaft für die Erholung. Diese Themenbereiche verlangen sowohl die landschaftsökologische als auch die landschaftsästhetische Berücksichtigung geomorphologischer Karteninhalte. Daher wird der geomorphologischen Detailkarte eine planungsspezifische Auswertekarte gegenübergestellt.

*Geomorphological mapping and environmental planning.*

**S u m m a r y:** The article deals with the practical application of detailed geomorphological mapping according to the "GMK 25" concept in West Germany. Derived from the objectives of environmental planning in Nordrhein-Westfalen the demands for the geomorphological basis are discussed. Detailed geo-

morphological maps comprise useful information for the following subjects treated in environmental planning: nature conservation, soil erosion, improvement of the topoclimatic situation, landscape protection and management for outdoor recreation. These topics call for both geoecological and landscape esthetical considerations of geomorphological map contents. Therefore a special interpretative map for planning purposes is proposed.

*L'application des cartes géomorphologiques à la planification de l'environnement.*

**R é s u m é:** L'article traite d'une application d'une carte géomorphologique détaillée, selon les concepts du projet de "GMK 25" en Allemagne de l'Ouest. Il s'agit de discuter des exigences des bases géomorphologiques, qui dérivent des buts de la planification de l'environnement en Nordrhein-Westfalen. Les cartes géomorphologiques détaillées contiennent des informations utiles en ce qui concerne les sujets suivants: conservation de la nature, érosion du sol, amélioration et planification du paysage pour les loisirs de plein air. Ces sujets exigent qu'on tienne compte des aspects géoécologiques et estétiques des éléments de la carte. Pour cette raison nous proposons une carte spéciale appliquée aux besoins de la planification de l'environnement.

### Inhaltsübersicht:

1. Einleitung
2. Ziel, Aufgabe und Gegenstand der Landschaftsplanung
3. Wissenschaftliche Grundlagen für die Landschaftsplanung in Nordrhein-Westfalen
4. Geomorphologische Grundlagen für die Landschaftsplanung
- 4.1 Naturschutz
- 4.2 Bodenerosionsschutz
- 4.3 Immissionsschutz und Klimaverbesserung
- 4.4 Sicherung der Erschließung der Landschaft für die Erholung
5. Auswertekarte für die Landschaftsplanung
6. Schlußbemerkung
7. Danksagung
8. Literatur

## 1. Einleitung

Mit der Konzeption der GMK 25 (Geomorphologische Detailkarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000) liegt ein erprobungsfähiger Ansatz der räumlichen Darstellung geomorphologischer Sachverhalte vor. Unbestritten ist die Bedeutung geomorphologischer Detailkarten für die wissenschaftliche Forschung. Daneben wird die Anwendbarkeit der GMK 25 für Planungszwecke hervorgehoben, obwohl durch die kartographische Gestaltung (farbliche Dominanz für die genetisch bestimmten geomorphologischen Prozeßbereiche) "der Praxisbezug optisch hinter den Wissenschaftsbezug zurückgedrängt worden ist" (BARSCH & LIEDTKE 1980:8). Die Praxisrelevanz des Kartenwerks war bereits mehrfach Gegenstand der Erörterungen; nachdem sich zunächst noch recht pauschale, im einzelnen unterschiedliche, tabellarische Bewertungen der Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten gegenübergestellt haben (LESER 1980b, FINKE 1980), ist eine breit angelegte Darlegung sowohl der wissenschaftstheoretischen Grundlagen der Anwendung

(LESER 1983, MÄUSBACHER 1983) als auch einzelner Anwendungsbeispiele erfolgt (BARSCH & MÄUSBACHER 1980, MÄUSBACHER 1983).

In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, ob und inwiefern geomorphologische Kartierergebnisse auf der Grundlage der Konzeption der GMK 25 für die nordrhein-westfälische Landschaftsplanung verwertbar sind. Mit Rücksicht auf bereits vorliegende Veröffentlichungen (BARSCH 1976, LESER & STÄBLEIN 1980) kann die GMK-Konzeption als bekannt vorausgesetzt werden. Die Analyse beleuchtet daher zunächst das Anforderungsprofil der Landschaftsplanung an die wissenschaftlichen und speziell die geomorphologischen Grundlagen und stellt dem Informationsbedürfnis der Landschaftsplanung die relevanten Inhalte der geomorphologischen Karte gegenüber. In einem nächsten Schritt wird an einem Kartenbeispiel eines Mittelgebirgsausschnittes die Aufbereitung der Informationen für die Planungspraxis vorgestellt.

## 2. Ziel, Aufgabe und Gegenstand der Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung ist sektorale Fachplanung für den Naturschutz und die Landschaftspflege. Aufgabe der Landschaftspflege ist es, Landschaften mit dem Ziel einer optimalen, nachhaltigen Leistungsfähigkeit und einer ökologischen Vielfalt zu pflegen und zu entwickeln. Wenn der BEIRAT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (1976: 12) als Aktionsfeld der Landschaftsplanung die Landschaft als einen im umfassenden Sinne der Geographie zweckmäßig und zielgerecht abgrenzbaren Raum ansieht, so wird hier der Zusammenhang zwischen Geographie und Landschaftsplanung offenkundig (vgl. FINKE 1973). Dies zeigen auch die jeweils der geographieinternen Diskussion folgenden Anpassungen des Landschaftsbegriffes durch die Landschaftsplanung (vgl. die Ausführungen von BUCHWALD & ENGELHARDT 1968, DAHMEN 1972, BIERHALS 1980: 91, BUCH-

WALD 1978: 1-23, BEIRAT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE 1976).

Nicht nur die ökologische (bio- und landschaftökologische) Betrachtung von Landschaftsräumen, sondern auch deren visuelle und genetische Charakterisierung wird von der Landschaftsplanung berücksichtigt (BUCHWALD 1980, KRAUSE 1983). Doch ist auf diesem Gebiet, v.a. bei der Landschaftsbildbewertung die Zusammenarbeit zwischen Geographie und Landschaftsplanung nicht so eng wie sie sein könnte.

In die Landschaftsplanung nordrhein-westfälischer Prägung hat die von TROLL (1939) begründete Landschaftsökologie Eingang gefunden (u.a. BAUER 1978). Da innerhalb der Landschaftsökologie die Geomorphologie eine bedeutende Rolle zu spielen vermag (KUGLER 1975, LESER 1977), ist gerade sie – neben anderen Wissenschaften – gefordert.

### 3. Wissenschaftliche Grundlagen für die Landschaftsplanung in Nordrhein-Westfalen

Im Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG) vom 28.6.1980 (GV. NW. S. 734) ist in Nordrhein-Westfalen als Kernstück der Landschaftsplanung der sog. Landschaftsplan gesetzlich verankert. Nach § 17 LG und § 1 III und IV der 2. Durchführungsverordnung zum Landschaftsgesetz (2. DVO) sind u.a. die Darstellungen folgender Grundlagen in Karte und Text gefordert:

- Gliedernde und belebende Elemente, prägende Landschaftsteile
- Landschaftsschäden
- wertvolle natürliche Lebensräume
- Naturräumliche Gliederung
- planungsrelevante, ökologisch begründete Landschaftseinheiten

Gliedernde und belebende Elemente sowie prägende Landschaftsteile erlauben Rückschlüsse auf das Landschaftsbild. Prägende Landschaftsteile sind natürliche oder naturnahe Strukturelemente, die für den Charakter eines gesamten Landschaftsraumes bestimmend sind (MELF NW 1977:13), (Beispiele: Umlaufberg, Taleinschnitt, Terrassenkante, Baggersee etc.). Unter gliedernden und belebenden Elementen werden dimensionsmäßig untergeordnete Elemente wie Einzelbäume, Felsklippen oder Hecken verstanden (vgl. MELF NW 1977:13, SÖHNGEN 1975 und 1979, AUWECK 1979, GROTHE et al. 1979). Landschaftsschäden als "durch den Menschen direkt oder indirekt ausgelöste Beeinträchtigungen des Naturhaushalts der Landschaft und der damit verbundenen Nutzungsansprüche" (MARKS 1979b: 32) in Form von Erosionsschäden und ungeordneten Müllkippen stehen wertvollen natürlichen Lebensräumen, den schutzwürdigen oder entwicklungs-fähigen Biotopen im Sinne des Naturschutzes gegenüber.

Mit der Naturräumlichen Gliederung (nach MEY-NEN & SCHMITHÜSEN 1953-62) und den planungsrelevanten, ökologisch begründeten Landschaftseinheiten als Kernstück des Landschaftsplans sind Raum-

gliederungen angesprochen. Eine Landschaftseinheit als "geographisch-räumliche sowie funktional-ökologische Einheit (LÖLF 1978) ist ein Teilbereich der Landschaft, der durch ökologisch annähernd homogene Struktur und ein einheitliches, ökologisches Wirkungsgefüge gekennzeichnet ist. Die Landschaftseinheiten besitzen, abhängig von der Vielfalt der ökologischen Ausstattung, ökologische Funktionen. Deren Beschreibung dient der flächenhaften Sicherung von Potentialen (Sicherung des Wasserhaushaltes, Erhaltung der Filterfunktion von Böden gegenüber Immissionen, Verbesserung des Geländeklimas, Sicherung von Bereichen zur Filterung von Luftverunreinigungen, Regenerations- und Refugialbereiche für Fauna und Flora) (nach LÖLF 1978:2).

Nach den ersten Erfahrungen mit der Landschaftsplanung wurden auch von geographisch-landschafts-ökologischer Seite die Schwierigkeiten der Umsetzung des gesetzlichen Auftrages und der aus ihm abgeleiteten Anforderungen an die wissenschaftlichen Grundlagen diskutiert. Gegenstand der Kritik ist zum einen die Diskrepanz zwischen der Forderung nach planungsrelevanten, ökologisch begründeten Landschaftseinheiten und den auf fachplanerische Maßnahmen beschränkten Entwicklungszielen für die Landschaft (vgl. §§ 18-26 LG, siehe Beilage 1) (vgl. DURWEN et al. 1979). Andererseits wird das unzureichende Zielsystem der Landschaftsplanung beklagt (DURWEN et al. 1979, FINKE & MARKS 1978:102, vgl. PFLUG 1979:37), denn die Methode der Ausgliederung ökologischer Raumeinheiten für die Planungspraxis muß aus deren Zielen und Zwecken hergeleitet sein. Eine allgemein verbindliche, allen Anforderungen entsprechende Raumgliederung kann es nicht geben. Da die grundlegende Diskussion um die Planungsrelevanz ökologischer Raumgliederungen an dieser Stelle nicht vertieft werden kann, muß auf folgende Arbeiten verwiesen werden: BIERHALS et al. 1974, FINKE 1974, NEEF 1975, MARKS & SPORBECK 1976, KRAUSE et al. 1977, HAASE 1978, KLINK 1978, MARKS 1979a, BIERHALS 1980.

### 4. Geomorphologische Grundlagen für die Landschaftsplanung

In der Tabelle sind diejenigen Informationen zusammengefaßt, die einer geomorphologischen Detailkarte nach der Konzeption der GMK 25 entnommen oder auf ihrer Grundlage interpretiert werden kön-

nen. Auswahl und Gliederung orientieren sich zum einen an den Entwicklungszielen für die Landschaft (§ 18 LG) (Spalte 1), sofern aus ihnen Anforderungen an die Geomorphologie begründet werden können,

und zum anderen an den gesetzlich abgesicherten Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele (§§ 19-26 LG) (Spalte 5).

#### 4.1 Naturschutz

Das allgemein formulierte Ziel "Erhaltung einer mit natürlichen Landschaftselementen reich oder vielfältig ausgestatteten Landschaft" ist deshalb aufgeführt, da vor seinem Hintergrund ein Teil der Schutzausweisungen (§§ 19-23 LG) (vgl. ERZ 1978 u. 1980) verstanden werden kann. Aus der GMK sind zwar direkt keine Bewertungen von Flächen oder Landschaftsbestandteilen im Sinne des Natur- und Landschaftsschutzes abzuleiten, doch läßt sie erste Hinweise auf die landschaftsökologische Ausstattung (Naturhaushalt) und die Schönheit der Landschaft (s.u.) zu. Ebenso können der GMK geologisch-geomorphologisch herausragende oder interessante Objekte entnommen werden. Damit sind drei, für Schutzausweisungen wesentliche Dimensionen angesprochen: Naturhaushalt (Biotop- und Artenschutz), Landschaftsbild und erdgeschichtliche Gründe.

Im Rahmen der Landschaftsplanung werden schutzwürdige Gebiete durch die Biotopkartierung NW (LÖLF 1981a) erfaßt. Geomorphologische Detailkarten erlauben neben bodenkundlichen und geologischen Karten Aussagen über die "abiotischen Voraussetzungen und damit auch über das von diesen abhängige reale oder potentielle Biotoptypenspektrum" (LÖLF 1981a:9). In erster Linie ist an die standortkundlich interpretierbaren Informationen zum oberflächennahen Untergrund zu denken, die einen wesentlichen Beitrag zur Vorinformation für die Biotopkartierung leisten können.

In Nordrhein-Westfalen laufen Bestrebungen, die aus geowissenschaftlicher Sicht schutzwürdigen Objekte zu erfassen (ALBERS et al. 1981, LÖLF 1981b). Es wäre wünschenswert, wenn in diesem Katalog geomorphologische Gesichtspunkte berücksichtigt würden. Neben pleistozänen und holozänen Sedimentaufschlüssen sollten aus wissenschaftlichen und ästhetischen Gründen verstärkt landschaftstypische Oberflächenformen berücksichtigt werden (Kalk- und Vulkankuppen, Erosionsanschnitte, Bachmäander etc.). Darüber hinaus sollten m.E. geomorphologisch faßbare Zeugen tradierter kleinbäuerlicher Kulturlandschaften, durch Ackerterrassen reich gegliederte Hangbereiche, Hohlwege etc. in ausgewählten Beispielen aus geomorphologischen sowie landeskundlichen Gründen (nach § 20 LG NW) geschützt werden.

#### 4.2 Bodenerosionsschutz

Geomorphologische Karten enthalten spezielle Angaben über erosionsgefährdete Gebiete und Areale, in denen Erosionsschäden festgestellt worden sind. Durch die Angaben zur Bodenart und zum Substrattyp sowie zur Hangneigung läßt sich überdies flächenhaft die potentielle Erosionsgefährdung abschätzen. Empirische Verfahren hierfür liegen vor (RICHTER 1965, KUGLER 1976, MARKS 1979a, MÄUSBACHER 1983).

Die Landschaftsplanung kann durch die Beeinflussung der Vegetationsdecke auf die Bodenerosion nur sehr beschränkt Einfluß nehmen. Für eine standortgerechte Anpflanzung von Gebüschgruppen, Hecken oder Aufforstungen enthält die GMK standortkundlich interpretierbare Angaben: aus Körnung und Hydrographie (Grund- und Stauwasser) kann auf die ökologischen Feuchteverhältnisse und den Lufthaushalt des Untergrundes geschlossen werden; Körnung, Substrat und Hydrographie lassen ebenfalls grobe Abschätzungen der Nährstoffsituation zu (DAHMEN 1973, MARKS 1979a, GIESSÜBELWEISS 1978).

#### 4.3 Immissionsschutz und Klimaverbesserung

Das Wissen um die Rolle von Waldflächen für die Frischlufterneuerung und oftmals gewünschte Auswirkungen auf die Lufttemperatur, oder für die Einschränkung des Kaltluftabflusses durch die Vegetationsdecke, vermögen im Einzelfalle eine sinnvolle Beeinflussung der Vegetationsdecke durch die Landschaftsplanung zu begründen. Da jedoch bislang keine exakten quantitativen Vorhersagen darüber möglich sind, bei welchen Parameterkonstellationen es zur Kaltluftentstehung, zu ihrem Abfluß oder zur Bildung von Bodennebeln kommt, ist eine großmaßstäbliche geländeklimatische Analyse auf die vorsichtige Interpretation der Reliefgestalt angewiesen.

Die GMK bietet mit ihren quantifizierbaren Informationen zur Bodenplastik ideale Voraussetzungen für die flächenhafte Interpolation von standortgebundenen geländeklimatischen Meßdaten (LESER 1973:310, 1976:92, 1980a:20). Dies gilt erst recht für die Interpretation von Klimameßfahrten (vgl. FALK 1981). Hier ergeben sich m.E. sogar Ansätze, morphographisch quantifizierte Reliefsituationen typischen geländeklimatischen Konstellationen gegenüberzustellen mit dem Ziel, die Anzahl der notwendigen Messungen in der Zukunft auf ein Mindestmaß beschränken zu können. Ein effektiver Immissionsschutz verlangt in jedem Falle spezielle Unter-

Tab. 1: Geomorphologische Grundlagen für die Landschaftsplanung.

| Ziele*, Aufgaben der Landschaftsplanung  | notwendige Informationen über die Landschaft   | aus einer Geomorphologischen Detailkarte ableitbare oder direkt übernehmbare Angaben die sich aus der Planungspraxis ergeben   | ableitbare oder direkt übernehmbare Angaben die sich aus den Maßnahmen ergeben   | gesetzlich abgesicherte Maßnahmen zur Erfüllung der Ziele der Landschaftsplanung   |
|--|--|--|--|--|
| (Erhaltung einer mit natürlichen Landschaftselementen reich oder vielfältig ausgestatteten Landschaft, § 18 I Nr. 1) | Struktur des Naturhaushaltes, insbesondere natürliche Lebensräume mit ihren Wechselbeziehungen (biotisches Regenerations- und Refugialpotential), schützenswerte Lebensräume und Objekte | Grundlagen für die landschaftsökologischen Analysen des Naturhaushaltes: <i>Körnung, Substrat, Hydrographie, Hangneigung, Wölbungen, morphographische Einzelzeichen</i> (→ Morpho-, Pedo-, Phytotope) sowie landschaftshaushaltliche Angaben zu Materialumlagerungen (rezente Morphodynamik); Grundlage für flächenhafte Interpretation typisierender landschaftsökologischer Komplexanalysen; (→ Variationsbreite potentieller Ökosystemtypen als Vorinformation für die Biotopkartierung) geologisch-geomorphologisch herausragende und interessante Gebiete und Objekte (Einzelfelsen, Steinbrüche, Dolinen, Erosionsanschnitte, Kuppen, Kegel, Vergesellschaftung von Kuppen etc.) |  | <i>Schutzausweisungen</i> (Natur- und Landschaftsschutz, Naturdenkmale) von Flächen und Objekten (§§ 19-23)  |
| <i>Bodenerosionsschutz</i> (§ 18 I Nr. 3)  | Erosionsschäden, erosionsgefährdete Flächen  | flächenhafte Information über <i>Körnung, Substrattyp, Hangneigung</i> (→ Erodierbarkeit), <i>Erosionsdisposition, Erosionsschäden, Deflation</i> (Winderosion), <i>Rutschungsdisposition, Rutschungsschäden</i>   | standortkundlich interpretierbare Angaben für sinnvollen Bestandsaufbau, <i>Körnung, Hydrographie</i> (→ ökologische Feuchteverhältnisse, Lufthaushalt des Bodens), <i>Körnung, Substrattyp, Hydrographie</i> (→ Säurestufe, Nährstoffgehalt des Bodens) | Beeinflussung der Vegetationsdecke durch <i>Anpflanzungen, Aufforstungen</i> (→ ökologische Feuchteverhältnisse, Lufthaushalt des Bodens), <i>Körnung, Substrattyp, Hydrographie</i> (→ Säurestufe, Nährstoffgehalt des Bodens) (§ 26)   |
| <i>Immissionsschutz</i> (§ 18 I Nr. 5)   | Analyse und Bewertung der von der Immission betroffenen Landschaftselemente (Boden, Vegetation); geländeklimatische Bedingungen des Schadstofftransportes bzw. der Schallausbreitung     | flächenhaft quantitative Angaben zur Bodenplastik (absolute und relative Höhe von <i>Bergücken, Geländekanten; Hangformen, -neigungen, Dimensionierung von Talquerschnitten</i> )  | standortkundlich interpretierbare Angaben für sinnvollen Bestandsaufbau (siehe oben!)  | Beeinflussung der Vegetationsdecke durch <i>Anpflanzungen, Aufforstungen, (Aufforstungsverbote und -beschränkungen) Bestimmung der Baumarten</i> (§ 26), <i>Schutzausweisungen</i> (§ 19-23)   |
| <i>Klimaverbesserung</i> (§ 18 I Nr. 5)  | Kaltluftentstehungsgebiete, Kaltluftabfließbahnen, Frischluftschneisen, bevorzugte Nebelgebiete  | flächenhafte, lagegerechte Information über Formen und Dimensionen <i>morphologischer Hohlformen</i> (siehe oben!)   | standortkundlich interpretierbare Angaben für sinnvollen Bestandsaufbau (siehe oben!)  | Beeinflussung der Vegetationsdecke (siehe oben!)   |
| <i>Sicherung oder Erschließung der Landschaft für die Erholung</i> (§ 18 I Nr. 4, § 21, § 1.1, § 2 Nr. 11 u. 12)     | für das Landschaftsbild bedeutsame gliedernde und belebende Elemente, prägende Landschaftsteile (abiotisch und biotisch in ihrer räumlichen Anordnung Landschaftsschäden                 | <i>Reliefformen unterschiedlicher Größe</i> : Hochflächen, Bergücken, Kuppen, Täler, Landstufen, Schichtstufen, Sporne, Hangkanten, Terrassenkanten, Böschungen, Steinbrüche, Aufschüttungen, Dämme, Ackerterrassen, Erosionsanschnitte von Fließgewässern, Hohlwege, Einzelfelsen, Grate, Nischen, Höhlen, feinere Gestaltung der Oberfläche (Rauheit (rillig, kesselig))<br><br><i>hydrographische Angaben</i> : stehende Gewässer, Fließgewässer (reguliert, unreguliert), Quellen, vernässte Stellen   | standortkundlich interpretierbare Angaben für sinnvollen Bestandsaufbau (siehe oben!)<br><br><i>Körnung, Substrattyp</i> (→ Empfindlichkeit gegen Bodendruck) <i>Körnung, Hydrographie</i> (→ Bodenfestigkeit) <i>rutschungsgefährdete Gebiete</i>       | <i>Schutzausweisungen</i> (§§ 19-23), <i>Zweckbestimmungen für Brachflächen</i> (§ 24), <i>Bestimmungen der Baumarten</i> (§ 26), <i>Aufforstung</i> (§ 26), <i>Pflegemaßnahmen für Wiesen und Grünflächen</i> (§ 26), <i>Beseitigung von Landschaftsschäden</i> (§ 26), <i>Ausgestaltung und Erschließung von Uferbereichen</i> (§ 26), <i>Analge von Wander-, Reit-, und Radwegen sowie von Parkplätzen, Liege- und Spielwiesen</i> (§ 26) |

\* Hier sind nur solche aufgenommen, aus denen Anforderungen an die wissenschaftlichen Grundlagen ableitbar sind, Allgemeine Ziele und Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege (vgl. §§ 1, 2, 18 LG NW) sind nicht berücksichtigt.

suchungen. Die GMK enthält hierfür, abgesehen von den o.a. geländeklimatisch verwertbaren Informationen keine klärenden Angaben.

#### 4.4 Sicherung der Erschließung der Landschaft für die Erholung

Im Vordergrund steht hier die Erlebnisqualität der Landschaft für naturnahes Erholen. Die Landschaftsstruktur, die Gliederung der Landschaft durch prägende Landschaftsteile sowie mit gliedernden und belebenden Elementen entscheidet neben den Einrichtungen der Erholungsinfrastruktur über die Erholungseignung einer Landschaft. Für den Planer sind daher ästhetische Bewertungen des Landschafts-

bildes unerlässlich (KIEMSTEDT 1972, MARKS 1975, WEICHERT 1980).

Mit ihren Aussagen zur Reliefgestalt bietet die GMK sachliche und lagegerechte Informationen über Reliefformen unterschiedlichen Maßstabes, sei es der Gegensatz zwischen Hochfläche und tiefeingeschnittenen Tälern oder die feinere Modellierung der Talhänge oder kuppige Landschaften. Kleinere Reliefformen wie Grate, Hohlwege, Einzelfelsen etc. mit z.T. hohem Erlebniswert können in ihrer räumlichen Anordnung und Vergesellschaftung als Grundlage für die Landschaftsbildbewertung und die Erholungsplanung der Karte direkt entnommen werden. Die Wölbungslinien als Leitstrukturen der Reliefgestalt gewähren dem Planer direkten Einblick in den Land-



schaftsbau. In vielen Fällen können sie mit den Leitstrukturen nach GROTHE et al. (1979) gleichgesetzt werden und dürfen als Grundlage für die Bewertung der Landschaftsstruktur nach gliedernden und belebenden Elementen herangezogen werden. Umfaßt ein Plangebiet unterschiedliche Naturräume, so kann der Landschaftsplaner aus einer aufbereiteten GMK die jeweils landschaftstypisch-physiognomische Ausstattung ablesen und das Landschaftsbild beeinflussende Maßnahmen landschaftstypspezifisch ausrichten (Erstaufforstungsverbot für Wiesentäler, optische Überhöhung von Kuppenlagen durch Aufforstung, Freihalten kuppiger Sonderstandorte ("Kalkmager-

böden"), Betonung steiler Hanglagen durch Bewaldung). Gebiete mit besonders reichhaltiger morphologischer Gliederung sind aus der Karte unmittelbar ersichtlich.

Die standortkundlich interpretierbaren Angaben sind auch im Hinblick auf die Anlage von Infrastruktureinrichtungen für die naturnahe Erholung (s. auch BENZLER & MÜLLER 1983) auswertbar. Aus Körnung und Substrat kann auf die Empfindlichkeit gegen Bodendruck geschlossen werden (z.B. geringe Eignung staunassen, tonigen Untergrundes für die Anlage von Reitwegen).

## 5. Auswertkarte für die Landschaftsplanung

Komplex-geomorphologische Karten stoßen wegen ihres vielfältigen Inhalts und der relativ komplizierten Darstellung in der Planungspraxis auf Vorbehalte (vgl. FINKE 1980 und LESER 1980b). Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, für die Landschaftsplanung eine Auswertkarte (Beilage) zu erstellen. Das kartierte Beispielgebiet liegt an der oberen Erft bei Schönau (Nordeifel/Rheinisches Schiefergebirge). Als naturräumliche Gegensatzpaare enthält es mitteldevonische Kalke und unterdevonische Grauwacken, Sandsteine sowie quarzitisches Varianten beider; schwach geneigte Reliefkomplexe mit Rumpfflächencharakter stehen kerb- bis kastenförmig ausgebildeten Bach- und Flußtälern gegenüber (vgl. ZEPP 1983, WIECHMANN & ZEPP 1984).

Morphographische und morphodynamische Informationen werden für die Auswertkarte in jeweils unterschiedlicher Aggregierung benötigt. So sind z.B. für die Erlebnisqualität der Landschaft sowohl die Gegensätze Hochfläche-Kerbtäler wesentlich, als auch kleinere gliedernde und belebende Elemente wie Hohlwege und Kuppen.

Im Landschaftsgesetz erscheinen nebeneinander Gesichtspunkte des Landschaftsbildes und des Naturhaushaltes. Beide Aspekte erfordern jedoch methodisch voneinander abweichende Analysen und Darstellungen. Sicherlich besitzen durch Wölbungslinien wiedergegebene Steilhangoberkanten in vielen Fällen Bedeutung für das Landschaftsbild als prägende Landschaftsteile, andererseits besitzen konvexe oder konkave Wölbungen einen steuernden Einfluß auf die räumliche Differenzierung der Bodenfeuchte. Je nach Aspekt kann also begrifflich Identisches unterschiedlichen Aussagewert besitzen.

Die Bewertung der bereitgestellten Grundlagen soll entweder dem Planer im Rahmen seiner planerischen Gesamtkonzeption überlassen bleiben oder kann als

Grundlage für weiterführende landschaftsökologische Untersuchungen benutzt werden. Übersichtlichkeit und leichte Lesbarkeit der kartographischen Darstellung sind für eine Karte, die im Planungsalltag tatsächlich benutzt werden soll, unbedingte Voraussetzung. Dies schließt eine verständliche Legende und, falls unbedingt erforderlich, möglichst knappe textliche Erläuterungen ein.

Trotz der o.a. kritischen Anmerkungen zum Konzept der planungsrelevanten, ökologisch begründeten Landschaftseinheiten nehme ich eine Raumgliederung vor, da ich sie für ein wertvolles Hilfsmittel für die Erfassung und das räumliche Verständnis der physischen Umwelt ansehe. Die Raumgliederung auf der Grundlage der geomorphologischen Detailkartierung sollte nach Maßgabe der Ziele und Aufgaben der Landschaftsplanung folgende Funktionen erfüllen:

- Darstellung des Landschaftsgefüges in der chorischen Dimension
- Grundlage für die räumlich-funktionale Einordnung spezieller Untersuchungsergebnisse zum Naturhaushalt
- Andeutung der Variationsbreite potentieller Ökosystemtypen
- Informationen oder interpretierbare Angaben zu folgenden Problemkreisen oder Landschaftshaushaltsfaktoren:
  - Oberflächenstruktur (Landschaftsbild, Morphotopgefüge)
  - Bodenerosion
  - Geländeklima
  - Schutzwürdige Gebiete oder Landschaftsteile
  - standortkundliche Informationen

Morphographisch-physiognomische Landschaftseinheiten wurden auf der Grundlage der geomorphologischen Detailkartierung durch die Zusammenfassung

der sechs Hangneigungsklassen in drei Obergruppen gebildet. Hinzu treten die Auenbereiche der Täler. Die Landschaftseinheiten dürfen nicht mit landschaftsökologischen Einheiten der untersten Integrationsstufe, den Ökotypen gleichgesetzt werden. Durch Hinzuziehung weiterer Angaben aus der GMK kann die interne Struktur der Landschaftseinheiten verdeutlicht werden; in der Regel enthalten sie mehrere Morphotope, so daß man wegen der Ökofunktionalität des Reliefs davon ausgehen darf, daß die Landschaftseinheiten Ökotoptkomplexe repräsentieren, also weitere Differenzierungen in der topologischen Dimension erlauben.

Die Kombination zwischen Flächenfarben, Schraffuren und Signaturen für Diskreta ermöglicht sowohl die rasche Orientierung, den Überblick über die Grundstrukturen der Landschaft als auch detaillierte Informationen über die Feingliederung der Oberflächenformen und des sie aufbauenden Untergrundes. Es ist bewußt vermieden, Untereinheiten zu bil-

den, die entweder einen Verlust an Lagegenauigkeit der Information oder eine begriffliche Vermischung von Landschaftshaushalt und Landschaftsbild beinhalten. Raumeinheiten letztgenannter Art (z.B. durch Hangkanten und stellenweise flachgründige Böden stark gegliederter Hangbereich) bewirken keine Transparenz, sondern verursachen Interpretationsschwierigkeiten. Der aus der GMK weitgehend übernommene, analytische Charakter der Kartendarstellung dokumentiert den oft fließenden Übergang zwischen Raumeinheiten und das entgegen vereinfachenden Vorstellungen häufig divergierende Verhalten von oberflächennahem Untergrund und Arealen gleicher Hangneigung. Alle ausschließlich morphogenetisch oder morphochronologisch interpretierbaren Kartierergebnisse oder -interpretationen sind für die Landschaftsplanung irrelevant. Solifluktionsschutzdecken oder Reste von Rumpfflächensystemen mögen für den Geomorphologen noch standortkundlich interpretierbare Begriffe sein, für den Planer sind sie jedoch keine Hilfe und müssen daher vermieden werden.

## 6. Schlußbemerkung

Gerade im Hinblick auf die zahlreichen, in der Bundesrepublik Deutschland und speziell in Nordrhein-Westfalen in der Zukunft zu erstellenden Kartenblätter der GMK 25, wollte dieser Beitrag Möglichkeiten des sinnvollen Einsatzes und der planungsspezifischen Aufbereitung solcher Kartierergebnisse aufzeigen. In der Diskussion mit Landschaftsplanern über die vorgestellte Auswertekarte hat sich gezeigt,

daß eine solche Konzeption angenommen wird, da sie wesentliche Aspekte der Grundlagen für die Landschaftsplanung berücksichtigt. Ein redundanzfreie Übermittlung in der kartographischen Kommunikationskette zwischen Kartenautor und Benutzer (im Sinne UCARs 1979 und MÄUSBACHERs 1983) ist somit gewährleistet.

## 7. Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. P. Höllermann für die verständnisvolle Betreuung der diesen Ausführungen zugrunde liegenden Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Bonn. Mein Dank gilt auch

Herrn Prof. Dr. Dahmen und den Landschaftsplanern des Landschaftsverbandes Rheinland, Referat Landschaftsplanung für die intensiven Diskussionen über die Praxis der Landschaftsplanung.

## 8. Literatur

Abkürzung LÖLF = Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen

ALBERS, H.J., BURGHARDT, O., CLAUSSEN, D., DINTER, C.D. & DINTER, W. 1981: Kataster der aus geowissenschaftlicher Sicht schutzwürdigen Objekte in Nordrhein-Westfalen (GeoschOb-Kataster). — unveröff. Mskr. GLA & LÖLF, Krefeld/Recklinghausen.

AUWECK, A. 1979: Kartierung von Kleinstrukturen in der Kulturlandschaft. — *Natur und Landschaft*, 54: 382-387, Bonn.

BARSCHE, D. 1976: Das GMK-Schwerpunktprogramm der DFG: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik. — *Z. Geomorph.*, N.F., 20: 488-498, Berlin, Stuttgart.

BARSCHE, D. & LIEDTKE, H. 1980: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. — *Berliner Geogr. Abh.*, 31: 7-12, Berlin.

- BARSCH, D. & MÄUSBACHER, R. 1980: Auszugs- und Auswertekarten als mögliche nutzungsorientierte Interpretation der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25). – Berliner Geogr. Abh., 31: 31-48, Berlin.
- BAUER, H.J. 1978: Landschaftsplanung und Naturschutz als angewandte Landschaftsökologie. – Landschaft und Stadt, 10: 120-125, Stuttgart.
- BEIRAT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE 1976: Inhalte und Verfahrensweise der Landschaftsplanung. Stellungnahme des Beirats für Naturschutz und Landschaftspflege beim Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn-Bad Godesberg.
- BENZLER, H.J. & MÜLLER, W. 1983: Die Bodenkarte 1 : 25 000 und ihre Anwendungskarten. – 43. Dt. Geogr. Tag Mannheim 1981; Tagungsbericht ü. wiss. Abh., Wiesbaden.
- BIERHALS, E. 1980: Ökologische Raumgliederungen für die Landschaftsplanung. – in: BUCHWALD/ENGELHARDT 1980: Bd. 3: 80-104, München, Bern, Wien.
- BIERHALS, E., KIEMSTEDT, H. & SCHARPF, H. 1974: Aufgaben und Instrumentarium ökologischer Landschaftsplanung. – Raumforschung und Raumordnung, 32: 76-88, Köln, Berlin, Bonn, München.
- BUCHWALD, K. 1978: Landschaft – Begriff, Elemente, System. – in: BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W. 1978-1980: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. – Bd. 2: 1-23, München, Bern, Wien.
- BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W. 1968: Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz. – 4 Bde, München.
- DAHMEN, F.W. 1972: Landschaftsplanung. Eine notwendige Ergänzung der Landes-, Orts- und raumbezogenen Fachplanung. – Kleine Schriften des Deutschen Verbandes für Wohnungswesen, Städtebau und Raumplanung, 51, Köln.
- DAHMEN, F.W. & DAHMEN, G. 1973: Eine ökologische Auswertekarte zur Bodenkarte 1 : 50 000 für Zwecke der Landschaftspflege und Nutzungsplanung. – Beiträge z. Landesentwicklung 25 = Niederrheinisches Jahrbuch XII: 63-69, Krefeld.
- DURWEN, K.-J., SCHREIBER, K.F., THÖLE, R. & WITTIG, R. 1979: Einige Überlegungen zur Landschaftsplanung nach dem Landschaftsgesetz NW. – Natur und Landschaft, 54: 287-294, Bonn.
- ERZ, W. 1978: Kriterien für den Arten- und Flächenschutz. – in: OLSCHOWY 1978: 750-761, Hamburg, Berlin.
- ERZ, W. 1980: Naturschutz – Grundlagen, Probleme und Praxis. – in: BUCHWALD/ENGELHARDT 1980: Bd. 3: 560-637, München, Bern, Wien.
- FALK, K. 1981: Geländeklimatische Untersuchungen in der LÖLF. – Mitt. d. LÖLF VI-3-81: 82-83, Recklinghausen.
- FINKE, L. 1973: Zur Bedeutung neuerer geographischer Forschungen für die Landespflege. – Natur und Landschaft, 48: 44-48, Bonn.
- FINKE, L. 1974: Zum Problem einer planungsorientierten ökologischen Raumgliederung. – Natur und Landschaft, 49: 291-293, Bonn.
- FINKE, L. 1980: Anforderungen aus der Planungspraxis an ein geomorphologisches Kartenwerk. – Berliner Geogr. Abh., 31: 75-81, Berlin.
- FINKE, L. & MARKS, R. 1978: Die ökologische Raumgliederung als Grundlage der Landschaftsplanung – bisherige Erfahrungen und kritische Anmerkungen. – Verh. d. Ges. f. Ökologie, Band VII: 101-112, Münster.
- GIESSÜBEL-WEISS, I. 1978: Der Erfassung und Darstellung des naturräumlichen Standortgefüges und seiner Nutzungseignung aufgrund vorhandener Kartierungen. – Rhein-Mainische Forschungen, 88, Frankfurt.
- GROTHER, H., MARKS, R. & VAN VUONG 1979: Die Kartierung und Bewertung gliedernder und belebender Landschaftselemente im Rahmen der Landschafts- und Freiraumplanung. – Natur und Landschaft, 54: 375-379, Bonn.
- HAASE, G. 1978: Zur Ableitung und Kennzeichnung von Naturpotentialen. – Pet. Geogr. Mitt., 122: 113-125, Gotha.
- KIEMSTEDT, H. 1972: Erfahrungen und Tendenzen in der Landschaftsbewertung. – Veröff. d. Akad. f. Raumforschung und Landesplanung, 76: 43-44, Hannover.
- KLINK, H.J. 1978: Ökologische Raumgliederung aus geographischer Sicht. – in: OLSCHOWY 1978: Natur- und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland: 55-68, Hamburg, Berlin.
- KRAUSE, C.L. 1983: Landschaftsbildanalyse. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 25.
- KRAUSE, C.L., OLSCHOWY, G. & Mitarbeiter 1977: Ökologische Grundlagen der Planung. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 14, Bonn.
- KUGLER, H. 1975: Grundlagen und Regeln der kartographischen Formulierung geographischer Aussagen in ihrer Anwendung auf geomorphologische Karten. – Pet. Geogr. Mitt., 119: 145-159, Gotha.
- KUGLER, H. 1976: Geomorphologische Erkundung und agrarische Landnutzung. – Geogr. Berichte, 80: 190-204, Berlin.
- LESER, H. 1973: Physiogeographische Untersuchungen als Planungsgrundlagen für die Gemarkung Esslingen am Neckar. – Geogr. Rdschau, 25: 308-318, Braunschweig.
- LESER, H. 1976: Landschaftsökologie. – Stuttgart.
- LESER, H. 1977: Der geomorphologische Ansatz und die Anwendung der Geomorphologie in der Umweltforschung. – Geographie und Umwelt. Festschrift f. Prof. Dr. P. Schneider: 98-128, Essen.
- LESER, H. 1980a: Die Wölbung in der geomorphologischen Karte. – Kartographische Nachrichten, H.1: 11-24.
- LESER, H. 1980b: Maßstabsgebundene Darstellungs- und Auswertungsprobleme geomorphologischer Karten am Beispiel der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000. – Berliner Geogr. Abh., 31: 49-65, Berlin.
- LESER, H. 1983: Anwendung und Auswertung geomorphologischer Kartierungen und Karten. – Materialien zur Physiogeographie, 5: 5-13, Basel.
- LESER, H. & STÄBLEIN, G. 1980: Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25), 3. Fassung im GMK-Schwerpunktprogramm. – Berliner Geogr. Abh., 31: 91-100, Berlin.
- LÖLF 1978: Anleitung zur Erarbeitung des ökologischen Beitrages für Landschaftspläne gemäß Landschaftsgesetz NW-Teil 1 – Planungsrelevante, ökologisch begründete Landschaftseinheiten. – Recklinghausen.
- LÖLF 1981a: Biotopkartierung NW. Methodik und Arbeitsanleitung. – Recklinghausen.
- LÖLF 1981b: Öko-Information. Katalog für Zeugen der Erdgeschichte. – Mitt. d. LÖLF VI-3-81: 117-118, Recklinghausen.
- MÄUSBACHER, R. 1983: Die geomorphologische Detailkarte der Bundesrepublik Deutschland (GMK 25) – ein nutzbarer Informationsträger auch für Nicht-Geomorphologen. – Materialien zur Physiogeographie, 5: 15-28, Basel.
- MARKS, R. 1975: Zur Landschaftsbewertung für die Erholung. – Natur und Landschaft, 50: 222-227, Bonn.
- MARKS, R. 1979a: Ökologische Landschaftsanalyse und Landschaftsbewertung als Aufgaben der Angewandten Physischen Geographie. – Materialien zur Raumordnung aus dem Geogr. Inst. d. Ruhr-Universität Bochum, Bochum.

- MARKS, R. 1979b: Darstellung der Grundlagenkarten I und II. – LÖLF, Landestagungen 1979: 30-33, Recklinghausen.
- MARKS, R. & SPORBECK, O. 1976: Die Ermittlung und Abgrenzung planungsspezifischer Raumeinheiten (Planotope) aufgrund des physischen Eignungspotentials. – Struktur, 10: 273-282.
- MELF NW 1977: Der Landschaftsplan nach dem nordrhein-westfälischen Landschaftsgesetz. – Düsseldorf.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. (Hg) 1953-1962: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bad Godesberg.
- NEEF, E. 1975: Mehrfachnutzung des Bodens. – in: LOHS, K.K. & DOERING, S. (Hg) 1975: Im Mittelpunkt der Mensch. Umweltgestaltung - Umweltschutz: 233-245, Berlin.
- PFLUG, W. 1979: Landschaftsökologische Raumeinheiten als Grundlage des Landschaftsplans. – LÖLF, Landestagungen 1979: 36-40, Recklinghausen.
- RICHTER, G. 1965: Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der BRD. – Forschungen zur dt. Landeskunde, 1965, Trier.
- SÖHNGEN, H.H. 1979: Anmerkungen zum Kartierungs- und Bewertungsverfahren von H. Grothe, R. Marks und Van Vuong. – Natur und Landschaft 54:381, Bonn.
- TROLL, C. 1939: Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. – Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin: 241-298, Berlin.
- UCAR, D. 1979: Kommunikationstheoretische Aspekte der Informationsübertragung mittels Karten. – Diss. Bonn.
- WEICHERT, K.-H. 1980: Das Fremdenverkehrspotential und die Erscheinungsformen des Fremdenverkehrs als Untersuchungsgegenstand der Fremdenverkehrsgeographie, dargestellt am Beispiel des Planungsraumes Westeifel. – Trierer Geogr. Studien, 4, Trier.
- WIECHMANN, H. & ZEPP, H. 1985: Zur morphogenetischen Bedeutung der Graulehne in der Nordeifel. – Catena Suppl. 6: 121-135, Braunschweig.
- ZEPP, H. 1983: Reliefentwicklung an der oberen Erft. Ergebnisse einer geomorphologischen Detailkartierung. – Arbeiten zur rheinische Landeskunde, 51: 25-38, Bonn.

Im Text erwähnte Gesetze:

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutz-BNatSchg) vom 20.12.1976 (BGBl. I S. 3574).
- Gesetz zur Sicherung des Naturhaushaltes und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz-LG) vom 26. 6.1980 (GV. NW. S. 734).
- Zweite Verordnung zur Durchführung des Landschaftsgesetzes vom 8.4.1977, GV. NW. S. 222.

*Anschrift des Autors:*

Dr. HARALD ZEPP, Geographisches Institut der Universität, Meckenheimer Allee 166, 5300 Bonn 1.



## Geomorphologische Karte 1 : 100 000 Bajada Amarilla Provinz Mendoza, Argentinien

mit 3 Abbildungen und 1 Kartenbeilage

ELENA MARIA ABRAHAM DE VAZQUEZ, ERNST BRUNOTTE,  
KARSTEN GARLEFF & HELMUT STINGL

**K u r z f a s s u n g:** Mit der geomorphologischen Karte "Bajada Amarilla", einer Gemeinschaftsarbeit argentinischer und deutscher Geomorphologen im Rahmen ökologisch-ökonomischer Regionalstudien des Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA), Mendoza, wurde erstmals das im GMKSchwerpunktprogramm der DFG entwickelte Verfahren im Südamerika angewandt. Die Karte erfaßt einen charakteristischen Ausschnitt aus dem semiariden Piedmont bei 34-34,5° südlicher Breite an der tektonisch mobilen Ostflanke der Hochcordilleren. Das Gebiet wird von ausgedehnten Fußflächen beherrscht; das "Nivel Superior" schneidet jungpliozäne bis mittelquartäre Ablagerungen und ist von flachen autochthonen Muldentälern sowie tiefeingeschnittenen glazifluvial-allochthonen Tälern gegliedert; das "Nivel Inferior" ist mit der jüngsten glazifluvialen Terrasse dieser Täler verknüpft. Längs tektonischer Lineamente sind den Flächen - meist vulkanische Hügel und Kuppen aufgesetzt. Die Kartierung belegt einerseits die höhenstufenabhängige Differenzierung der aktuellen und der vorzeitlichen Morphodynamik, andererseits die räumliche Differenzierung der Effekte junger Tektonik.

*Geomorphological map 1 : 100 000 Bajada Amarilla, Mendoza Province, Argentine*

**S u m m a r y:** The geomorphological map "Bajada Amarilla", a result of teamwork between Argentine and German geomorphologists within the framework of the ecological-economical investigations of Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA), Mendoza, for the first time realizes a method of geomorphological mapping in South "Nivel Superior" cuts young Pliocene to middle Quaternary sediments and is divided by shallow autochthonous drainage channels and deep allochthonous glacial meltwater valleys. The "Nivel Inferior" is connected with the youngest glacial meltwater terrace of these valleys. Alongside tectonic lineaments there are volcanic hills rising above the

pediments. The geomorphological map exemplifies two main features of the relief: the differences in America; a method, which has been developed by the DFG-project "Geomorphological mapping in the Federal Republic of Germany". The map comprises a characteristic section of the semiarid Piedmont at the tectonically active flank of the High Cordilleras at 34-34,5° southern latitude. The most typical features of the landforms of this area are large pediments. The actual and paleo-geomorphodynamics depending on climatic altitudinal belts and spatial differences depending on neotectonic effects.

*Mapa geomorfológico Bajada Amarilla 1 : 100 000, Provincia de Mendoza, Argentina*

**R e s u m e n:** El mapa geomorfológico Bajada Amarilla se levantó por cooperación entre geomorfológicos argentinos y alemanes, como parte de un proyecto regional de investigaciones ecológico-económicas del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA), Mendoza. Se usó por primera vez el método de mapeo GMK de la DFG en América del Sur. El área del mapa comprende una parte típica del piedemonte mendocino entre las latitudes de 34° y 34°30' S, bajo condiciones climáticas semiáridas y fuertes movimientos neotectónicos, en el borde oriental de la alta Cordillera. Dominan en el relieve niveles de aplanación: el "nivel superior" corta sobre sedimentos del Plioceno hasta Cuaternario medio. Está ondulado por valles autóctonos poco profundos e incidido por grandes valles alóctonos fluvioglaciales. El "nivel inferior" está conectado con la terraza fluvioglacial más joven. Sobre las planicies pedemontanas se elevan — siguiendo el rumbo de lineamientos tectónicos — lomas y aparatos volcánicos. El mapa geomorfológico muestra, por un lado, la distribución de los procesos geomorfológicos actuales y del pasado según los pisos altitudinales y por otro, la diferenciación espacial de los efectos neotectónicos.

## Inhaltsübersicht:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Grundlagen der Kartierung                                      | 5.1 Die Abtragungsflächen                                |
| 2. Lage und morphographischer Überblick                           | 5.2 Die Täler  |
| 3. Überblick über die klimatischen Bedingungen und die Vegetation | 5.3 Die Hügel und Vulkankuppen                           |
| 4. Geologischer Überblick   | 5.4 Die raum-zeitliche Differenzierung der Morphodynamik |
| 5. Formengemeinschaften und geomorphologische Prozesse            | 6. Rückblick und Ausblick                                |
|   | 7. Literatur   |

### 1. Grundlagen der Kartierung

Die geomorphologische Karte Bajada Amarilla wurde in den Jahren 1979-83 im Rahmen einer ökologisch-ökonomischen Regionalstudie des Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA), Mendoza, von Mitgliedern dieses Institutes und den deutschen Verfassern aufgenommen. Erstmals wurde damit in Argentinien – u.E. auch in Südamerika – nach den im GMK-Schwerpunktprogramm der DFG entwickelten Richtlinien (FRÄNZLE et al. 1979)

kartiert. Dementsprechend war die Eignung des Verfahrens und die Möglichkeit seiner Adaptation an die Bedingungen des südamerikanischen Kartiergebietes zu prüfen. Als Kartierungsgrundlage dienten die – leider nicht sehr exakten – Blätter Nr. 3569-3-4 und 3569-9-2 der Carta Topográfica de la República Argentina 1 : 50 000, die im Zuge der Geländearbeit sowie durch eine flächendeckende Luftbildauswertung überprüft und ergänzt wurden.

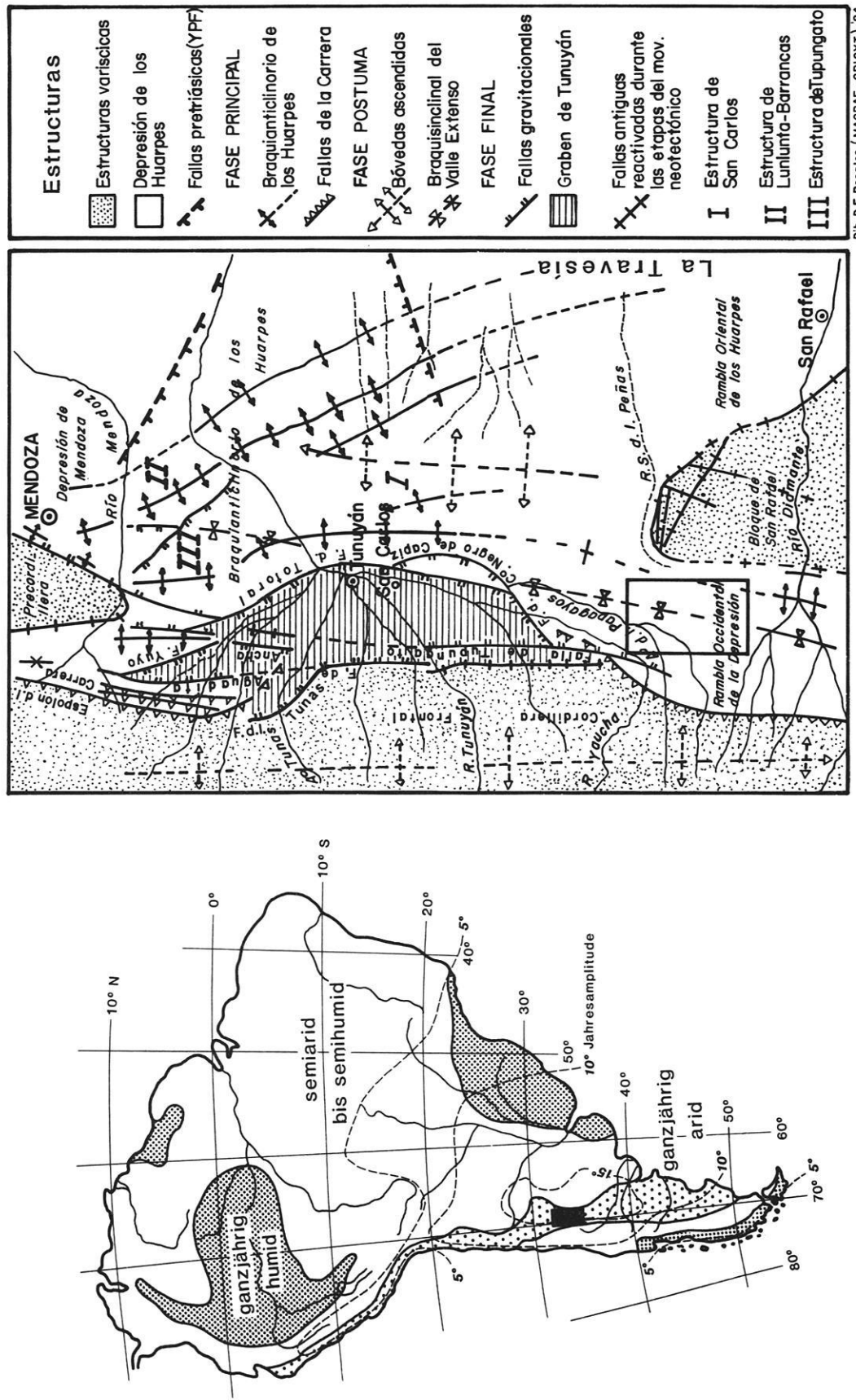
### 2. Lage und morphographischer Überblick

Das Kartiergebiet liegt zwischen  $34^{\circ}14'$  und  $34^{\circ}30'$  südlicher Breite,  $69^{\circ}$  und  $69^{\circ}15'$  westlicher Länge an der Ostflanke der argentinischen Anden im semiariden mendociner Piedmont (Abb. 1). Die geologisch-tektonische Situation ist durch die Lage im Bereich der "Depresión de los Huarpes" zwischen der 4 000-5 000 m ü. M. aufragenden Cordillera Frontal im Westen und dem Block von San Rafael mit Höhen von 1 500-2 500 m ü. M. im Osten gekennzeichnet. Die Frontalkordillere und der Block von San Rafael sind im wesentlichen aus tektonisch beanspruchten und verstellten paläo- und mesozoischen Gesteinen aufgebaut, während die Depresión de los Huarpes von annähernd flach lagernden pliozänen und pleistozänen Sedimenten und Vulkaniten gefüllt ist.

Das Kartiergebiet umfaßt etwa 670 km<sup>2</sup> und wird von ebenen bis schwach gewellten Flächen beherrscht, denen stellenweise Hügel und Vulkanbauten aufgesetzt sind. Die Flächen dachen, z.T. stockwerkartig, von ihren höchstgelegenen Teilen bei 1 800-1 900 m ü. M. im Südteil des Kartiergebietes nach Norden meist sanft auf etwa 1 550 m ü. M. zu den

Tälern der Arroyos de Yaucha und de los Papagayos, Nebentälern des Río Tunuyán, ab. Im Südosten werden die hochgelegenen Wasserscheidenflächen durch eine 100-150 m hohe Stufe von einem tiefergelegenen System getrennt, das nach Süden zum Río Diamante entwässert. Die Vulkanbauten sind auf von Nordnordost nach Südsüdwest und von Nordwest nach Südost verlaufenden Linien aufgereiht und weisen meist relative Höhendifferenzen gegenüber den umgebenden Flächen von 100-200 m auf, so daß sie im Norden 1 700-1 800 m ü. M., im Süden fast 2 200 m ü. M. erreichen.

Die Flächen werden von autochthonen, meist weniger als 10-20 m eingetieften Muldentälern gegliedert, die lediglich bei episodischen Starkregen Wasser führen. Im Nordwesten wird das Kartiergebiet von den allochthonen, steilhängig 2-3 Dekameter eingeschnittenen Tälern der Arroyos de Yaucha und de los Papagayos gequert. Sie wurzeln in der vor allem kaltzeitlich stärker vergletscherten Frontalkordillere und weisen perennierende Wasserführung von allerdings im Mittel nur knapp 2 m<sup>3</sup> pro Sekunde auf.



Dib. D.E. Rosales (MAGRAF - CRICYT) '84

Abb. 1: Übersichtskarte zur klimatischen und geologisch-tektonischen Situation des Kartiergebietes.

(Quelle: POLANSKI, J. 1962: Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, XVII, No 3-4: 349 pp, Buenos Aires).



### 3. Überblick über die klimatischen Bedingungen und die Vegetation

Zur Kennzeichnung der klimatischen Bedingungen müssen mangels langfristiger Meßreihen im Kartiergebiet selbst die Werte der benachbarten Stationen San Carlos und El Yaucha im Norden, San Rafael im Osten und El Sosneado im Süden sowie die kurzfristigen Messungen in der Nähe der Laguna Diamante im Westen (CORTE 1955) herangezogen werden (Abb. 2). Anhand des Höhengradienten der Temperatur – ermittelt aus den Werten der Stationen El Yaucha und El Sosneado in 1 403 bzw. 1 450 m ü. M. sowie Altura Perón/Laguna Diamante in 3 850 m ü. M. – ergeben sich für die Flächen in 1 900 m ü. M. winterliche Monatsmittel unter +2°C, sommerliche um 16°C, für die Flächen in 1 700 m Meereshöhe winterliche Monatsmittel um +2,5°C, sommerliche über 17°C. Dementsprechend ist in den höheren Lagen des Kartiergebietes mit zahlreichen Frostwechseln im Winterhalbjahr zu rechnen. Die Jahresamplitude erreicht Werte um 15°, ein für südamerikanische Verhältnisse relativ kontinentaler Wert (Abb. 1).

Die Niederschläge dürften etwa 250 mm pro Jahr erreichen. Dabei ist die hohe Variabilität zu berücksichtigen, die z.B. in Veinticinco de Mayo nach POLANSKI (1964a) Extremwerte des Jahresnieder-

schlages zwischen 69 und 550 mm bewirkte. Im mehrgipfligen Jahresgang der Niederschläge dokumentieren sich die Einflüsse westlicher Luftmassen und Strömungen, die Winterniederschläge bringen, und nordöstlicher Luftmassen mit Sommerniederschlägen. Bei längerfristigen Beobachtungsreihen zeigt sich, daß diese Einflüsse häufig in mehrjährigen Perioden gleicher Vorherrschaft alternieren (CAPITANELLI 1967, BRUNOTTE 1985).

Die Vegetation des Kartiergebietes ist physiognomisch und floristisch als edaphisch und topoklimatisch differenzierter Grenzbereich zwischen den patagonischen Steppen sowie Zwergstrauch-Dornpolster-Halbwüsten einerseits und ebenfalls meist halbwüstenhaften floristisch verarmten Varianten der Strauchformation des Monte zu kennzeichnen (ROIG 1972, RUIZ-LEAL 1972, GARLEFF 1977). Dabei herrschen die patagonischen Vegetationseinheiten auf den höheren, kühleren und stärker windexponierten Flächen vor, während die Monte-Varianten in den thermisch begünstigten Tieflagen verbreitet sind. Die Vegetation wurde in Zusammenarbeit des IADIZA mit dem Instituto Latinoamericano der Universität Rom kartiert (Abb. 3).

### 4. Geologischer Überblick

Geologisch und geomorphologisch wurde das Kartiergebiet bislang mit Ausnahme der geologischen Kartierung im Maßstab 1 : 200 000 und der weiteren Arbeiten von POLANSKI (1953, 1954, 1957, 1960, 1962, 1964a) nur selten eingehend untersucht. Die geologisch-tektonische, aber auch die geomorphologische Entwicklung des Gebietes wird von den kräftigen jungtertiären und quartären tektonischen Impulsen geprägt, die zu Hebungen der Frontalkordillere und des Blockes von San Rafael sowie zur Grabenbildung der Depression de los Huarpes führten (Abb. 1). Die ältesten, im Kartiergebiet oberflächlich anstehenden Gesteine, die Fanglomerate, Sande, Tone und Tuffe des oberen Pliozän (Araucaniano/Tunuyanense) wurden noch bis über den Block von San Rafael geschüttet. Die Hauptphase der neotektonischen Bewegungen im ausgehenden Pliozän umfaßte weitere Hebungen des Blockes von San Rafael und der Frontalkordillere sowie unter schwacher Faltung der Beckenfüllung die Entstehung der Brachyantiklinalen von San Carlos, Tupungato und Lunlunta (Abb. 1). Sie regte damit die linienhafte Zerschneidung und flächenhafte Abtragung im Bereich dieser Strukturen an.

Die andinen Hebungen und die dadurch forcierte Erosion in den Hebungsbereichen waren mit Aufschüttungsphasen im Gebirgsvorland bzw. im Grabenbereich verbunden, die ihrerseits wieder von Phasen flächenhafter Abtragung und linienhafter Zerschneidung unterbrochen wurden. Diese im wesentlichen pleistozänen Sedimentations- und Erosionszyklen des Piedmonts werden von POLANSKI (1962, 1964a) sowohl mit neotektonischen, als auch mit klimatischen Phasen korreliert. Der erste, altpleistozäne Zyklus dieser Art wird durch die Ablagerung der Formación Los Mesones, deren grobklastische Fanglomerate von einigen Autoren als glazigene Sedimente gedeutet wurden (DESSANTI 1946, GROEBER 1954, CORTE 1957, GUÍNAZÚ 1962), sowie durch die Abtragungsfläche des "Primer Nivel" repräsentiert. Die Reaktivierung der Tektonik bedingte auch Phasen vulkanischer Förderung, denen die Basalte III-VI nach GROEBER (1929, 1939) zugeordnet werden.

Die von POLANSKI ins mittlere bis obere Pleistozän gestellte und mit dem "Segundo Nivel" verknüpfte Formación La Invernada sowie die auflagernde "Aso-

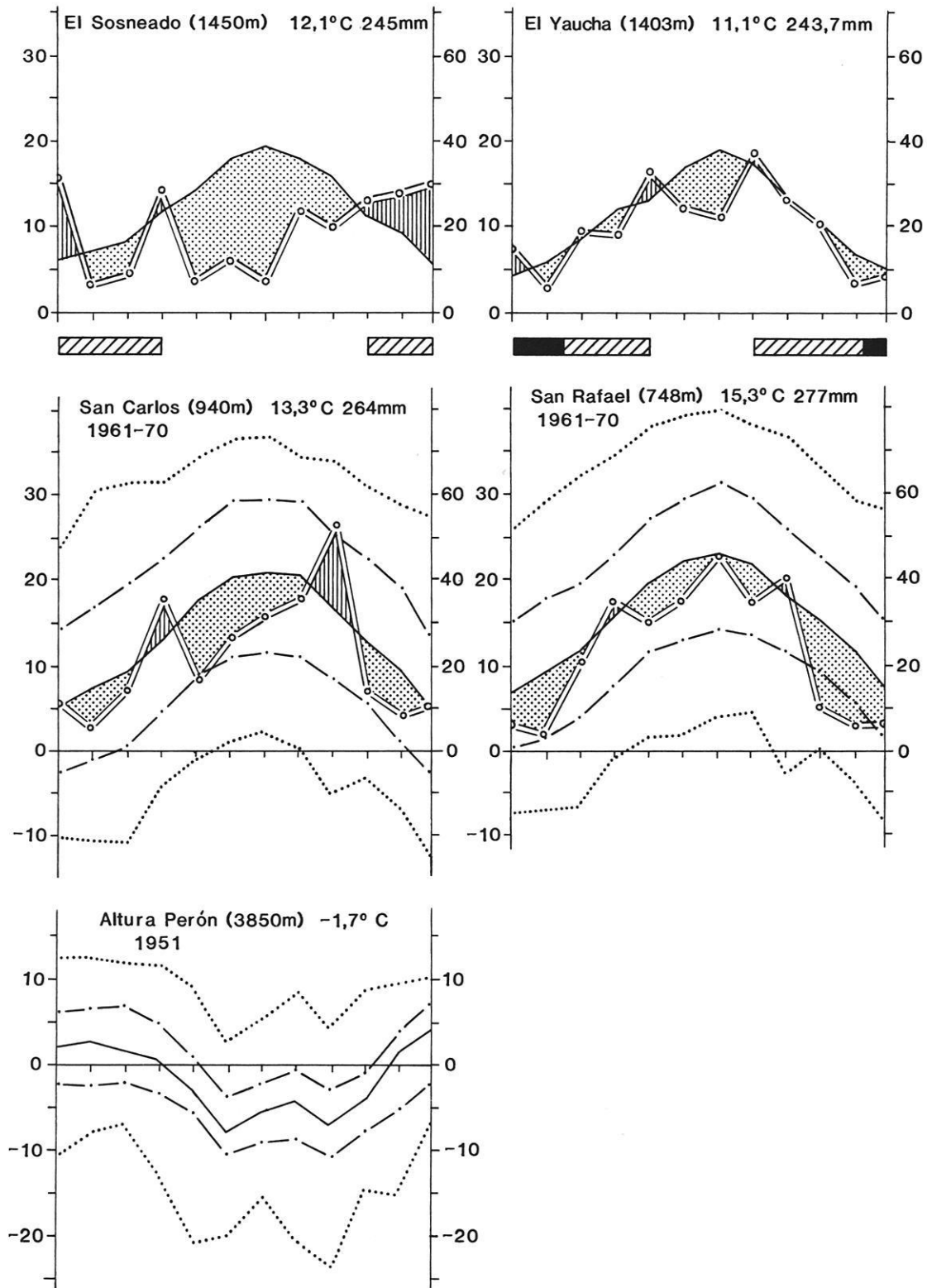


Abb. 2: Klimadiagramme nach WALTER & LIETH, z.T. mit mittleren und absoluten monatlichen Extremtemperaturen.

ciación Piroclástica Pumicea" erfuhren durch die Untersuchungen der pyroklastischen Ablagerungen durch STERN et al. (1984) eine Korrektur ihrer zeitlichen Einstufung, da den Pyroklastiten ein Alter von 450 000 Jahren B.P. zuzuschreiben ist.

Die jüngste Terrasse der allochthonen Täler wird von POLANSKI ins ausgehende Jungpleistozän gestellt,

da sie mit den äußeren Moränen der letzten Kaltzeit verknüpft ist. Dem Holozän schließlich ordnet POLANSKI vorwiegend geringmächtige Decken von Flugsanden, lößartigen und Auensedimenten zu. Art und Verbreitung der oberflächennahen Sedimente mußten nach den Geländebefunden stellenweise gegenüber den Angaben der kleinermaßstäblichen geologischen Kartierung POLANSKI's (1964a) revidiert werden.

Legende zu Abbildung 3:

- 1 Grasreiche Halbwüste mit meist niedrigen Sträuchern auf sandigen Tuffböden mit hohem Anteil an Lapilli. Vorherrschend *Stipa chrysophylla* var. *crispula*, *Poa lanuginosa*, *Stipa tenuis* sowie *Larrea nitida*, *Verbena seriphoides*, *Fabiana denudata* u.a.; stellenweise Gebüsche aus *Neosparton aphyllum* = "N".
  - 2 Horstgrasreiche Dornpolster-Zwergstrauch-Halbwüste auf sandigen Tuffböden mit hohem Anteil an Lapilli; beherrscht von *Stipa speciosa* var. *manqueclensis*, niedrigen Sträuchern von *Neosparton aphyllum*, *Mulinum spinosum* und *Grindelia chiloensis*.
  - 3 Schütterere Steppe, reich an Polstern und niedrigen Sträuchern auf grobsandigen, geröllreichen Substraten, beherrscht von *Stipa chrysophylla* var. *crispula*, *S. vaginata* und *Mühlenbergia torreyi* sowie *Gutierrezia spathulata*, *Bougainvillea spinosa*, *Brachyclados lycioides*; in flachen Senken dichtere *Stipa tenuissima*-Fluren.
  - 4 *Stipa tenuissima*-Steppe mit vereinzelt *Senecio subulatus*-Sträuchern auf feinsandigen Substraten mit undurchlässiger Tosca- oder auch Tonschicht in geringer Tiefe.
  - 5 Wüstensteppe auf felsigen Hügeln mit Vorherrschaft von *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa*, *Stipa cordobensis*, *Eragrostis lugens*, *Bothriochloa springfieldii* und Sträuchern von *Gutierrezia spathulata* sowie *Denmoza rhodacantha* – Säulenkakteen.
  - 6 Horstgrassteppe mit niedrigen Sträuchern auf grobsandigen bis kiesigen Substraten; beherrscht von *Stipa chrysophylla*, *Poa lanuginosa*, *Stipa speciosa* var. *major* sowie Polstern und niedrigen Sträuchern von *Fabiana patagonica*, *Mulinum spinosum*, *Grindelia chiloensis* und *Neosparton aphyllum*.
  - 7 Niedrige grasreiche Strauchformation auf sandigen Standorten mit Kies und Lapilli, vorherrschend *Stipa chrysophylla* var. *crispula*, *S. speciosa* var. *major*, *Poa lanuginosa* a.u. sowie großen rundlichen Gebüschern von *Ephedra ochreata*.
  - 8 Niedrige Strauchformation auf tiefgründigen feinsandigen Böden, vorherrschend *Atriplex lampa*, begleitet von *Bougainvillea spinosa*, *Prosopis flexuosa*, *Chuquiraga erinacea* und *Trichloris crinita*.
  - 9 Niedrige Strauchformation in Rinnen und Senken auf sandigen bis tonigen Lehmen, beherrscht von *Atriplex lampa* sowie vereinzelt *Larrea nitida*.
  - 10 Mittelhohe Strauchhalbwüste auf tiefgründigen grobsandigen Standorten, mit *Larrea divaricata*, *Acantholippia seriphoides* und *Piptochaetium napostaense*.
  - 11 Strauchhalbwüste auf grobsandigen Böden mit oberflächennahem Tosca-Horizont (bei tieferer Lage dieses Horizontes erscheint *Larrea divaricata* in der Gesellschaft), sonst beherrscht von *Chuquiraga erinacea*, *Bougainvillea spinosa*, großen rundlichen Gebüschern von *Prosopis flexuosa* sowie Bodenschicht aus *Stipa chrysophylla* und *S. speciosa*.
  - 12 Strauchgesellschaft felsiger Standorte mit *Tetraglochin alatum*, *Verbena scoparia* und *Tagetes mendocina*.
  - 13 Hochwüchsige Strauchformation mit *Larrea divaricata*, *Prosopis flexuosa*, *Condalia microphylla* und *Eupatorium buniifolium* auf sandig-steinigen Standorten mit starker Abspülung.
  - 14 Strauchhalbwüsten der Badlands/Huayquerias, mosaikartig differenziert nach Relieflage, Substrat und Exposition:
    - a) Gebüsche von *Chuquiraga rosulata* auf kiesigen Terrassen,
    - b) Flugsand-Gesellschaften mit *Hyalis argentea* var. *latisquama*,
    - c) Gebüsche aus *Larrea cuneifolia* auf Kiesflächen,
    - d) Gebüsche in Hanglagen mit *Prosopidastrum globosum* oder *Adesmia trijuga*.
  - 15 Hochwüchsige Strauchgesellschaften (Jarillal) auf tiefgründig-sandigen Standorten, vorherrschend *Larrea divaricata*, *Atriplex lampa*, *Bougainvillea spinosa* und *Verbena seriphoides*.
  - 16 Talboden und Ufergesellschaften auf Auensedimenten mit hochstehendem Grundwasser, beherrscht von großen *Cortaderia rudiocula*-Horstgräsern sowie einzelnen *Chacaya trinervis*-Bäumchen.
  - 17 Strauchhalbwüste auf Basaltblockhängen mit vorherrschenden *Eupatorium buniifolium* und *Salvia gilliesii*.
- N = Gebüsche aus *Neosparton aphyllum*.

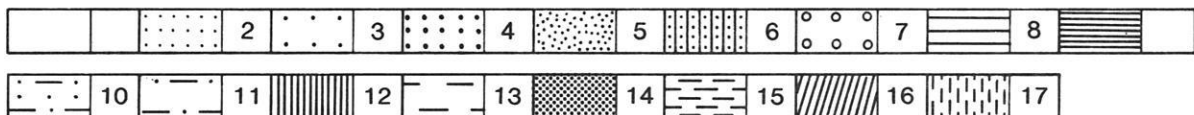
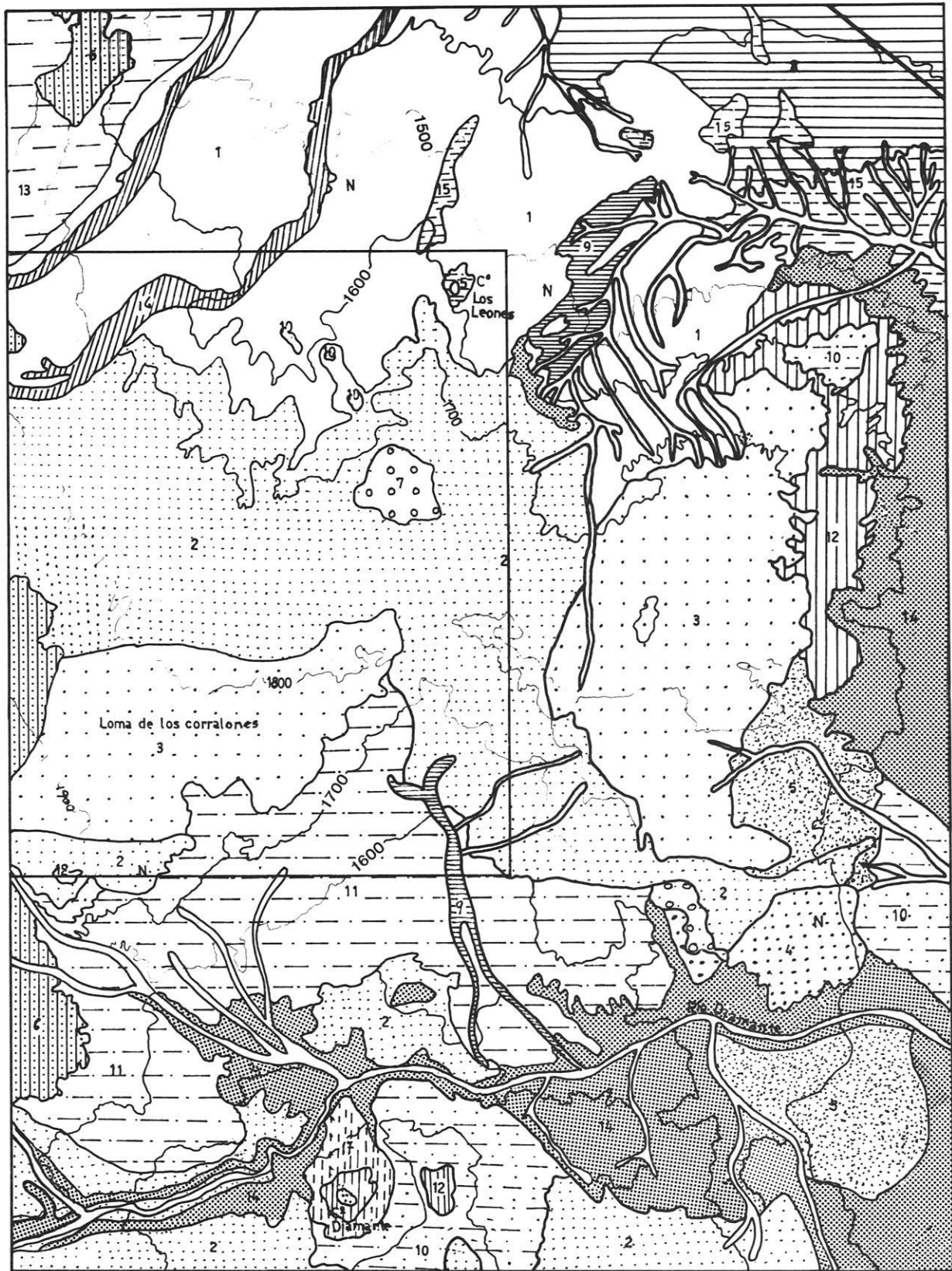


Abb. 3: Vegetationskarte – "Carta fisonómica estructural de la vegetación". Ausschnitt aus: De Marco, G., Roig, F.A. & Wuilloud, C.: Carta geobotánica de las llanuras de San Carlos, Mendoza, Argentina. Unveröff.. Mit Kennzeichnung des Ausschnittes der GMK Bajada Amarilla.

## 5. Formengemeinschaften und geomorphologische Probleme

Als maßstabsrelevante geomorphologische Komplexe des Kartiergebietes sind zu nennen:

- 1) Abtragungsflächen, die überwiegend zwei Stockwerken zuzuordnen sind, dem "Nivel Superior" und dem "Nivel Inferior", zwischen denen mit geringerer Ausdehnung mehrere Zwischenniveaus auftreten;
- 2) Täler, die nach formalen und dynamisch-genetischen Aspekten in autochthone und allochthone differenziert werden können;
- 3) Hügel meist geringer relativer Höhe, die aus klastischem Material bestehen, sowie vulkanische Kuppen, die überwiegend beachtliche Höhendifferenzen gegenüber den umgebenden Flächen aufweisen.

### 5.1 Die Abtragungsflächen

Das *Nivel Superior* umfaßt die flachwellige Ebenheit, die mit Neigungen von meist weniger als  $2-3^\circ$  von den Lomas de las Piedras Blancas und de los Corralones nach Norden auf etwa 1 700 m ü. M. absinkt, sowie isolierte Reste im Nordteil des Kartiergebietes bei etwa 1 600 m ü. M.. Die Fläche weist Zeichen tektonischer Beeinflussung in Form von Depressionen, Bruchlinien und flexurartigen Abbiegungen auf. Diese Bereiche sind z.T. auffällig dicht zertalt, wie z.B. der Ostrand der Depressión El Barreal. Im Nordosten wird die Fläche des Nivel Superior von den Vulkanbauten Cerro Gaspar und Cerro Los Leones überragt.

Das Nivel Superior schneidet unterschiedliche stratigraphische Einheiten vom oberpliozänen Araucaniano/Tunuyanense über die plioleisztäne Formación Los Mesones bis zur mittel- bis jungpleistozänen Asociación Piroclástica Pumícea. Das Nivel Superior kann somit erst nach der auf 450 000 Jahre B.P. datierten Ablagerung der Pyroklastite als Abtragungsfläche entstanden sein. Der Fläche sind im Süden in den Lomas de los Corralones Hügel aus Fanglomeraten mit groben Blöcken aufgesetzt, die wahrscheinlich Reste eines höheren, alt- bis mittelpleistozänen Reliefstockwerkes repräsentieren, das auf den grobklastischen Schlammstromsedimenten - vermutlich der Formación Los Mesones - erhalten blieb.

Die oberflächennahen Substrate bestehen im Bereich des Nivel Superior vorwiegend aus groben Schottern in sandiger bis toniger Matrix. In Tiefen von weniger als 1 bis mehr als 5 Dezimeter tritt eine Kalkanreicherung bis -verbackung auf, d.h. ein Caliche- oder Tosca-Horizont, dessen Tiefenlage einen wesentlichen

ökologischen Faktor darstellt und anhand der Vegetation zu erkennen ist (vgl. Abb.3, Nr. 4 oder 11).

Das Nivel Superior wird von meist SW-NE-verlaufenden flachen Muldentälern gegliedert, die keine Verbindung zu aktuell oder vorzeitlich vergletscherten Höhenstufen des Gebirges besitzen und dementsprechend den Typ der autochthonen Täler repräsentieren. Sie sind generell Trockentäler und nur bei exzeptionellen Niederschlagsereignissen als Sammelbahnen des oberflächlichen Abflusses in Funktion. Ihre vorzeitliche Anlage ergibt sich aus den besonders in den Oberläufen weit verbreiteten inaktiven, d.h. von Vegetation, Wurzeln und Tosca überwachsenen bzw. durchzogenen Periglazialerscheinungen, wie Solifluktsdecken, undeutlichen Strukturböden und Terrassetten.

Die Abdachungen, die vom Nivel Superior zum Nivel Inferior hinabführen, sind häufig von lokalen Verflachungen als Zwischenstadien der Tieferschaltung gegliedert. Ein ausgedehntes Vorkommen eines derartigen *Zwischenniveaus* bildet die Fläche über den Pyroklastiten der Asociación Piroclástica Pumícea nördlich des Cerro El Pozo. Sie setzt sich westlich der Senke des Arroyo Las Cortaderas als Basis einer Hügelreihe fort, die Reste des Nivel Superior über groben Fanglomeraten der Formación Los Mesones repräsentiert. Die Fläche nördlich des Cerro El Pozo trägt über den liegenden Pyroklastiten eine Decke von Sand, Kies und Lapilli mit Tosca sowie Basaltbomben, die nach POLANSKI (1964a) dem präleisztaltzeitlichen Basalt IV zuzuordnen sind. Damit wird die Entstehung des Zwischenniveaus ins untere Jungpleistozän datiert, d.h. in die Zeit nach der Kappung der Asociación Piroclástica Pumícea durch die Ausbildung des Nivel Superior und vor den Beginn der letzten Kaltzeit.

Das *Nivel Inferior* im Norden des Kartiergebietes ist über den Ao. de los Papagayos an das Río Tunuyán-System angeschlossen, während die südlich der Wasserscheide der Loma de los Corralones gelegenen Teile des Nivel Inferior dem Río Diamante-Einzugsgebiet angehören. Im Süden sind die Flächenstockwerke durch stark zertalte Stufen deutlich gegeneinander abgesetzt. Demgegenüber sind die Übergänge zwischen den Flächenstockwerken im Norden aufgrund der insgesamt geringeren Höhendifferenz, der Einschaltung mehrerer Zwischenniveaus und der Überlagerung durch häufig mehr als 2 m mächtige Flugsanddecken unscharf. Diese regionalen Unterschiede dürften tektonisch, und zwar durch eine Kippung nach Norden beeinflusst sein. Darauf weist auch die jungpleistozäne Talverlagerung des Ao. de los Papaga-

yos hin, der zur Zeit der Aufschüttung der letzkaltzeitlichen glazifluvialen Terrasse seinen Lauf nach Norden verlegte. Eine Senkungs- oder Kippungstendenz im Norden bzw. nach Norden wird weiterhin durch die asymmetrische Talform mit markanten Steilhängen im Norden, flachen Übergängen im Süden angezeigt.

Das Nivel Inferior geht im Norden in die jüngste glazifluviale Terrasse des Ao. de los Papagayos über. Damit wird die Entstehung dieser Fußfläche in die letzte Kaltzeit datiert. In der Folgezeit wurde das Nivel Inferior im Norden nur unwesentlich überprägt, während die entsprechende Fläche im Süden stellenweise, in zunehmendem Maße außerhalb des Kartiergebietes mit Annäherung an den Río Diamante, von jüngeren Kerb- und Sohlentälchen zerschnitten ist. In dieser Differenzierung dokumentieren sich neben den Unterschieden der tektonischen Bedingungen des Arroyo de los Papagayos-Río Tunuyán-Systems im Vergleich zu denen des Río Diamante-Systems vor allem die unterschiedlichen Steuerungsmechanismen der Vorfluter, insofern als der Río Diamante im Gegensatz zum Ao. de los Papagayos auch aktuell vom glazifluvialen Abfluß der Hochgebirgsstufe geprägt wird. Insgesamt ergibt sich so für den Río Diamante und dessen Einzugsgebiet eine stärkere noch andauernde Eintiefungstendenz.

## 5.2 Die Täler

Die Täler des Kartiergebietes folgen bevorzugt den gleichen - offenbar tektonisch vorgezeichneten - Richtungen, auf denen auch die Vulkanbauten und tektonischen Depressionen aufgereiht sind. Die *allochthonen, glazifluvialen Täler* sind als Kastentäler 20-30 m tief vorwiegend in die Ignimbrite und Tuffe der Asociación Piroclástica Pumicea sowie in Fanglomerate eingeschnitten. Ihre Talböden werden auf weiten Strecken von Terrassen flankiert, deren unterste mit einem Talbodenabstand von 1-3 m nach POLANSKI (1964a, b) mit den äußersten Moränen der letzten Kaltzeit verknüpft ist. Rinnen und Senken in dieser Terrasse sind z.T. versumpft bzw. von stark humosen bis torfigen Sedimenten erfüllt. Eine Basisprobe aus einer derartigen Senke in der Nähe des Puesto Los Alamos ergab ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $7\,505 \pm 455$  Jahren B.P. und stützt damit die hoch- bis spätaltzeitliche Einordnung der Terrassenschüttung.

*Autochthone Täler* sind einerseits in Form der bereits beschriebenen periglazialen Mulden des Nivel Superior ausgebildet; andererseits werden die steileren Abdachungen, z.B. der Südrand der Loma de los Corralones, von kleinen Kerb- und Sohlentälern

zerschnitten. Häufig bilden die vorzeitlichen Muldentäler des Nivel Superior die Oberläufe dieser Kerb- und Sohlentäler und finden ihre Fortsetzung in Terrassen der jüngeren Täler. Die Dichte und Tiefe der Zertalung lassen deutlich Korrelationen zu den tektonischen Verstellungen der Flächen und ihrer Ränder erkennen, worauf am Beispiel des Ostrandes der Depression El Barreal bereits hingewiesen wurde.

## 5.3 Die Hügel und Vulkankuppen

Die *Hügel und Hügelreihen nicht-vulkanischen Ursprungs* bilden z.T. Erosionsreste älterer, höher gelegener Fußflächen über besonders grobblockigen Schlammstromablagerungen, wie z.B. die Hügel westlich des Puesto Lagunita. Diese Deutung liegt auch für die Hügel am Ost- und Südrand des Nivel Superior, d.h. die Lomas de las Piedras Blancas und de los Corralones nahe. Andererseits sind diese Hügel z.T. linienhaft in Fortsetzung der Vulkanreihe im Norden und der Depressionen im Süden angeordnet, so daß auch eine Verknüpfung mit tektonischen Vorgängen nicht unwahrscheinlich ist. Danach könnten die Hügelreihen lokale Hebungsachsen zur Zeit der Ausbildung des zwischen die Hügel vorgehenden Nivel Superior markieren. Diese Deutung wird durch die Lage im Randbereich einer Brachyantiklinale, deren Bewegungen sich in der Folgezeit mit Hebung im Osten und Senkung jenseits einer auch morphographisch deutlich hervortretenden Flexur im Westen fortsetzten, gestützt.

Die *Vulkankuppen* des Kartiergebietes sind nach Ausrichtung und Alter differenziert: die von Nordwesten nach Südosten aufgereihten Kuppen vom Co. Sepultura bis zum Co. del Zorro sowie der Co. Arroyo Hondo werden von den jungpleistozänen und holozänen Basalten IV und V aufgebaut, die von Nordnordost nach Südsüdwest ausgerichteten Kuppen Co. Los Leones, Co. Gaspar und Co. Guadaloso demgegenüber aus dem mittelpleistozänen Basalt II. Diese älteren Vulkanbauten werden von Scheitelflächen gekappt, denen z.T. kleinere jungpleistozäne Vulkankegel aufgesetzt sind. Als jüngste vulkanische Erscheinung tritt der Bereich des Co. El Pozo hervor, der nach POLANSKI (1953) je einen Explosions- und einen Einbruchskrater in der mittel- bis jungpleistozänen Pyroklastitdecke darstellt, die nach STERN et al. (1984) wiederum auf eine große Caldera-Explosion im Volcán Maipo-Bereich zurückgeht. Ein kleiner Vulkankegel im Zentrum der westlichen Hohlform belegt durch die Frische seiner Formen sein geringes Alter, aber auch die geringe Intensität und Effektivität der aktuellen bzw. der seitherigen Morphodynamik.

#### 5.4 Die raum-zeitliche Differenzierung der Morphodynamik

Die *aktuelle Morphodynamik* erreicht offenbar weiterhin nur geringe Intensität, wie aus der fast flächenhaften Verbreitung der Tosca hervorgeht. Stellenweise wurde die Tosca als C<sub>Ca</sub>-Horizont unter mehrere Dezimeter mächtigem Oberboden beobachtet, meist liegt sie dichter unter einer jüngeren Flugsandauflage und weist damit auf die flächenhafte Abtragung des Oberbodens hin. Tosca fehlt großflächig nur im Bereich der aktuellen Talböden, auf mächtigen Flugsanddecken sowie in exponierten Lagen, die von kräftiger aktueller Denudation betroffen sind.

Prozessgefüge und Intensität der aktuellen Morphodynamik variieren in Abhängigkeit von der Höhenlage. Unterhalb etwa 1 700 m ü. M. ist die Interferenz geringfügiger flächenhafter Spülvorgänge und linienhafter Erosion mit äolischen Prozessen zu beobachten. Die Kombination dieser Vorgänge hat zur Kappung der Böden geführt; die äolische Umlagerung dokumentiert sich vor allem in Akkumulationsformen, wie Kupsten oder Monticulos, die sich in Anlehnung an die Vegetation bilden, Erscheinungen, die Ruiz Leal & Roig (1959) im südlich benachbarten Gebiet um Malargüe untersuchten. Die Kupsten erreichen meist Höhen zwischen 0,3 und 1,5 m und enthalten häufig wenige Zentimeter bis Dezimeter über ihrer Basis ein Tephra-Band, das dem Ausbruch des chilenischen Vulkans Quizapú im Jahre 1932 entstammt. Es belegt eine Intensivierung der äolischen Umlagerung in und seit dieser Zeit (STINGL 1979, BRUNOTTE 1985). Für die Mobilisierung der Substrate spielt offenbar die im allgemeinen zwar geringe, unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen aber zur nachhaltigen Schädigung der Vegetationsdecke ausreichende Beweidung mit Ziegen und Schafen eine entscheidende Rolle. Auf die morphodynamische Bedeutung der Beweidung weisen auch die durch Viehtritt überstrapazierten Senken mit beginnender frostdynamischer Materialsortierung sowie die Viehgangeln in hängiger Lage hin, die häufig Übergänge zu Solifluktionsterrassetten erkennen lassen.

Oberhalb 1 700 m ü. M. verringern sich die Anzeichen aktueller äolischer Umlagerung parallel zur Verdichtung der Vegetation. So treten Kupsten nur noch vereinzelt auf; allerdings konnten ausgedehnte von Südwest nach Nordost verlaufende Deflationsstreifen beobachtet werden. Dabei zeigt sich auch in der lokalen Vorherrschaft windfester patagonischer Vegetationseinheiten, z.B. mit hohem Anteil von *Fabiana patagonica*, die ungeminderte, höhenwärts wahrscheinlich sogar zunehmende Exposition gegenüber den hohen patagonischen Windgeschwindigkeiten. Die Verringerung ihrer morphodynamischen Wirksamkeit ist im wesentlichen durch die geringfügig zunehmende

Humidität und entsprechende Verdichtung der Vegetation bedingt.

Oberhalb 1 800 m ü. M. sind in zunehmendem Maße flachgründige Periglazialerscheinungen zu beobachten, insbesondere Kammeisbildungen und entsprechende Solifluktionsformen mit Terrassetten sowie Miniaturstrukturböden. Die frostbedingten Materialverlagerungen erreichen nur selten bis 5 cm Tiefgang und werden während des Sommerhalbjahres durch flächenhafte Spülung und äolische Prozesse wieder verwischt, Erscheinungen, die im Überschneidungsbereich periglazialer und arid-semiarider Morphodynamik bereits mehrfach beobachtet wurden (BARTELS 1973, HÖLLERMANN 1974). Häufungen der frostdynamischen Kleinformen treten in Geländedepressionen auf, aus denen zwar keine Temperaturmessungen vorliegen, in denen aber ausweislich der Vegetationsausbildung und der periglazialen Kleinformen mit tieferen Wintertemperaturen, wahrscheinlich als Ergebnis häufiger Inversionen, sowie mit einer Erhöhung der Frostwechselfrequenz zu rechnen ist.

Oberhalb 1 800 m ü. M. wurden auch Strukturböden mit Durchmesser um und über 0,5 m sowie mehrere Dezimeter erreichender Sortierungstiefe gefunden, die allerdings durch äolische und Spülprozesse stark überprägt waren. Auf ihre *vorzeitliche Bildung* bei vermutlich deutlich tieferen Temperaturen und auf ihre langandauernde Formungsruhe weisen die Boden- und Vegetationsentwicklung mit Durchwurzelung und Ausbildung von Tosca hin. Ihre Bildung dürfte mit der der Solifluktionsdecken und der periglazialen Muldentäler zu korrelieren sein.

Derartige vorzeitliche Periglazialerscheinungen größeren Tiefgangs wurden nur in Höhenlagen oberhalb 1 800 m ü. M. beobachtet. Das weist darauf hin, daß während der letzten Kaltzeit eine Differenzierung in zwei morphodynamische Höhenstufen ausgebildet war. Eine untere Höhenstufe war durch großflächige Kryopedimentation unter maßgeblicher Beteiligung von flächenhafter Spülung und Solifluktion und durch glazifluviale Prozesse gekennzeichnet, eine obere durch periglaziale Vorgänge eines eher humiden Kaltklimas. Die humid-periglazialen Prozesse der höheren Stufe bzw. die resultierenden Formen traten in der unteren Stufe entweder nicht in Erscheinung oder wurden durch die Vorherrschaft der Kryopedimentation beseitigt. Der Formungseffekt der periglazialen Morphodynamik war demnach im unteren Stockwerk durch die Entwicklung bzw. Tiefschaltung der Kryopedimente des Nivel inferior relativ groß, während der Formungseinfluß auf die Mesoformen in der höhergelegenen morphodynamischen Stufe eher als gering zu veranschlagen ist



und sich in der Ausbildung der Muldentäler des Nivel Superior sowie der periglazialen Überformung der Hangprofile zeigt. Darüber hinaus dokumentiert sich in dieser Differenzierung der prägende Einfluß

der allochthon klimatisch und/oder tektonisch gesteuerten Tiefschaltungstendenzen und -intensitäten der größeren Vorfluter (GARLEFF, STINGL & LAMBERT 1983).

## 6. Rückblick und Ausblick

Die erstmalige Anwendung des im GMK-Schwerpunktprogramm der DFG entwickelten geomorphologischen Kartierungsverfahrens im argentinischen bzw. südamerikanischen Raum betrifft einen Ausschnitt aus dem semiariden Gebirgsfußbereich der Anden. Die geomorphologische Karte Bajada Amarilla erfaßt dementsprechend die charakteristischen, weit verbreiteten Formengemeinschaften des Piedmonts: stockwerkartig gestaffelte Fußflächen mit autochthonen und allochthonen, d.h. aus höheren Stufen des Gebirges gesteuerten, Tälern sowie unterschiedliche tektonische und vulkanische Formen. Kennzeichnend für den Piedmont junger Hochgebirge ist auch die allenfalls bis an die Plio-Pleistozän-Wende zurückreichende Reliefgeschichte und der prägende Einfluß phasenhafter tektonischer Impulse, der sich in der weiten Verbreitung unmittelbar oder mittelbar tektonisch oder magmatisch bedingter Formen ausdrückt.

Dieses durch endogene Konstellationen und Vorgänge beherrschte Grundmuster des Piedmonts wird durch die morphodynamischen Auswirkungen der quartären Klimaschwankungen modifiziert. Die klimatischen Bedingungen ergeben in raumzeitlicher Differenzierung der Kombinationen hygrischer und thermischer Parameter Phasen unterschiedlicher Intensität vor allem der flächenhaften Morphodynamik. Dabei kommt ökologischen Beziehungen, z.B. über Art und Dichte der Vegetation, wesentliche Bedeutung zu. Es zeigt sich, daß arid/semiaride Phasen

sowohl bei hohem, wie auch bei tiefem Temperaturniveau durch kräftige morphodynamische Aktivität ausgezeichnet sind. Kalt-humide bis -semihumide Phasen lassen demgegenüber geringere Formungseffekte und Aktivität erkennen, während humide bis semihumide Phasen bei höherem Temperaturniveau flächenhaft Formungsruhe und Entwicklung ortsfester Böden bewirken.

Die Frage nach der Anwendbarkeit des GMK-Kartier- und Darstellungsverfahrens im südamerikanischen Raum wird hier nicht zuletzt durch das morphographisch und morphogenetisch relativ einfach strukturierte Relief des Kartiergebietes positiv entschieden. Die Anwendung des GMK-Verfahrens wird in Aufnahme und Darstellung durch die Dimensionen der Formen und Formengemeinschaften sowie die geringe räumliche Variation der aktuellen natürlichen und quasinatürlichen Prozeßgefüge begünstigt, so daß eine übersichtliche Darstellung auch in kleinem Maßstab möglich wurde. Andererseits läßt die Bedeutung phasenhafter endogener Vorgänge eine weitere Differenzierung der Darstellungsmöglichkeiten im Bereich der tektonisch und magmatisch geprägten Reliefteile wünschenswert erscheinen. Angesichts des weitgehenden Mangels an geologischen Detailkartierungen sind darüberhinaus Versuche einer differenzierteren Aufnahme und Darstellung der petrographischen, strukturellen, magmatischen und tektonischen Verhältnisse erstrebenswert.

## 7. Literatur

- BARTELS, G. 1973: Jahreszeitlich bedingte Strukturböden auf den Kanaren. — *Die Erde*, 104: 314-319, Berlin.
- BRUNOTTE, E. 1985: Zur Landschaftsgenese des Piedmonts an Beispielen von Bolsonen der mendociner Kordilleren (Argentinien). — *Habil.-Schr. FB Geowiss. Göttingen*: 1-181, Göttingen.
- CAPITANELLI, R. G. 1967: *Climatología de Mendoza*. — *Bol. Estud. Geogr.*, 14(54-57): 1-441, Mendoza.
- CORTE, A. E. 1955: Contribucion a la morfología periglacial especialmente criopedológica de la República Argentina. — *Acta Geogr.*, 14(8): 82-102, Helsinki.
- CORTE, A. E. 1957: Sobre geología glacial pleistocénica de Mendoza. — *Univ. Nac. Cuyo, Anal. Dept. Invest. Cient.*, 2(2): 12-23, Mendoza.
- DESSANTI, R. N. 1946: Hallazgo de depósitos glaciales en las Huayquerías de San Carlos (Mendoza). — *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 1(4): 270-284, Buenos Aires.
- FRÄNZLE, O., BARSCH, D., LESER, H., LIEDTKE, H. & STÄBLEIN, G. 1979: Legendentwurf für die geomorphologische Karte 1 : 100 000, GMK 100. — *Heidelberger Geogr. Arb.*, 65: 1-18, Heidelberg.
- GARLEFF, K. 1977: Höhenstufen der argentinischen Anden in Cuyo, Patagonien und Feuerland. — *Göttinger Geogr. Abh.*, 68: 1-150, Göttingen.
- GARLEFF, K., STINGL, H. & LAMBERT, K.-H. 1983: Fußflächen- und Terrassentrepfen im Einzugsbereich des oberen Rio Neuquen, Argentinien. — *Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 48*: 247-259, Berlin, Stuttgart.



- GROEBER, P. 1929: Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, Sur de la Provincia de Mendoza y partes adyacentes. — *Direcc. Gen. Minas, Geol. e Hidrol.*, 58, Buenos Aires.
- GROEBER, P. 1939: Mapa geológico de Mendoza. — *Physis*, 14(48), Buenos Aires.
- GROEBER, P. 1954: Bosquejo paleogeográfico de los glaciares del Diamante y Atuel. — *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 8: 89-108, Buenos Aires.
- GUINAZÚ, J. R. 1962: La glaciación pleistocena en la región sudeste de Mendoza. — *Anal. I. Jorn. Geol. Argentinas*, 2: 97-102, Buenos Aires.
- HÖLLERMANN P. 1974: Aride und periglaziale Prozesse in der subtropischen Gebirgs-Halbwüste von Hoch-Teneriffa. — *Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.*, 3(29): 333-353, Göttingen.
- POLANSKI, J. 1953: Calderas del Cerro El Pozo. — *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 8: 54-59, Buenos Aires.
- POLANSKI, J. 1954: Rasgos geomorfológicos del Territorio de la Provincia de Mendoza. — *Inst. Invest. econom. y tecn.*, 4: 1-10, Mendoza.
- POLANSKI, J. 1957: Sobre algunos métodos paleogeográficos de la investigación del Cuartario pedemontano de Mendoza. — *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 12(4): 211-232, Buenos Aires.
- POLANSKI, J. 1960: Interpretación tectónica de la Geomorfología del borde oriental de la Cordillera Frontal de Mendoza. — *Anal. I. Jorn. Geol. Argentinas*, 2: 245-256, Buenos Aires.
- POLANSKI, J. 1962: Estratigrafía, Neotectónica y Geomorfología del Pleistoceno Pedemontano entre los ríos Diamante y Mendoza (Provincia de Mendoza). — *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 17(3-4): 127-349, Buenos Aires.
- POLANSKI, J. 1964a: Descripción geológica de la Hoja 26c — La Tosca. — Carta geológico-económica de la República Argentina, Escala 1 : 200 000. Boletín 101: 1-86, Buenos Aires.
- POLANSKI, J. 1964b: Descripción geológica de la Hoja 25a — Volcán San José. — Carta geológico-económica de la República Argentina, 1 : 200 000, Boletín 98: 1-94, Buenos Aires.
- ROIG, F. A. 1972: Bosquejo fisionómico de la vegetación de la Provincia de Mendoza. — *Supl. Bol. Soc. Argentina Botánica*, 13: 49-80,
- RUIZ LEAL, A. 1972: Los confines boreal y austral de las Provincias Patagónica y Central respectivamente. — *Supl. Bol. Soc. Argentina Botánica*, 13: 89-118, Buenos Aires.
- RUIZ LEAL, A. & ROIG, F. A. 1959: Erial de vegetación en montículos. — *Bol. Estud. Geogr.*, 25(6): 161-209, Mendoza.
- STERN, C. R., AMINI, H., CHARRIER, R., GODOY, E., HERVE, F. & VARELA, J. 1984: Petrochemistry and Age of Rhyolitic Pyroclastic Flows which occur along the Drainage Valleys of the Río Maipo and Río Chachapoal (Chile) and the Río Yaucha and the Río Papagayos (Argentina). — *Rev. Geol. Chile*, 23: 39-52, Santiago.
- STINGL, H. 1979: Strukturformen und Fußflächen im westlichen Argentinien. *Erlanger Geogr. Arb., Sonderbd.* 10, Erlangen.

*Anschriften der Autoren:*

Prof. E. M. ABRAHAM DE VAZQUEZ, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, C.C. 507, 5500 Mendoza, Argentina.

Priv.-Doz. Dr. ERNST BRUNOTTE, Geographisches Institut der Universität, Goldschmidtstr. 5, 3400 Göttingen.

Prof. Dr. KARSTEN GARLEFF, Lehrstuhl II für Geographie, Universität Bamberg, Postfach 1549, 8600 Bamberg.

Prof. Dr. HELMUT STINGL, Lehrstuhl für Geomorphologie, Universität Bayreuth, Postfach 10 12 51, 8580 Bayreuth.

## Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin,  
Altensteinstraße 19, D-1000 Berlin 33 (Preise zuzüglich Versandkosten)

---

- Heft 1: HIERSEMENZEL, Sigrid-Elisabeth (1964)  
Britische Agrarlandschaften im Rhythmus des landwirtschaftlichen Arbeitsjahres, untersucht an 7 Einzelbeispielen. – 46 S., 7 Ktn., 10 Diagramme.  
ISBN 3-88009-000-9 (DM 5,—)
- Heft 2: ERGENZINGER, Peter (1965)  
Morphologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Ilz (Bayerischer Wald). – 48 S., 62 Abb.  
ISBN 3-88009-001-7 (*vergriffen*)
- Heft 3: ABDUL-SALAM, Adel (1966)  
Morphologische Studien in der Syrischen Wüste und dem Antilibanon. – 52 S., 27 Abb. im Text, 4 Skizzen, 2 Profile, 2 Karten, 36 Bilder im Anhang.  
ISBN 3-88009-002-5 (*vergriffen*)
- Heft 4: PACHUR, Hans-Joachim (1966)  
Untersuchungen zur morphoskopischen Sandanalyse. – 35 S., 37 Diagramme, 2 Tab., 21 Abb.  
ISBN 3-88009-003-3 (*vergriffen*)
- Heft 5: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. I. Feldarbeiten 1964/65 (1967)  
65 S., 34 Abb., 1 Kte.  
ISBN 3-88009-004-1 (*vergriffen*)
- Heft 6: ROSTANKOWSKI, Peter (1969)  
Siedlungsentwicklung und Siedlungsformen in den Ländern der russischen Kosakenheere. – 84 S., 15 Abb., 16 Bilder, 2 Karten.  
ISBN 3-88009-005-X (DM 15,—)
- Heft 7: SCHULZ, Georg (1969)  
Versuch einer optimalen geographischen Inhaltsgestaltung der topographischen Karte 1:25 000 am Beispiel eines Kartenausschnittes. – 28 S., 6 Abb. im Text, 1 Kte. im Anhang.  
ISBN 3-88009-006-8 (DM 10,—)
- Heft 8: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. II. Feldarbeiten 1965/66 (1969)  
82 S., 15 Abb., 27 Fig., 13 Taf., 11 Karten.  
ISBN 3-88009-007-6 (DM 15,—)
- Heft 9: JANNSEN, Gert (1970)  
Morphologische Untersuchungen im nördlichen Tarso Voon (Zentrales Tibesti). – 66 S., 12 S. Abb., 41 Bilder, 3 Karten.  
ISBN 3-88009-008-4 (DM 15,—)
- Heft 10: JÄKEL, Dieter (1971)  
Erosion und Akkumulation im Enneri Bardague-Araye des Tibesti-Gebirges (zentrale Sahara) während des Pleistozäns und Holozäns. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti, 55 S., 13 Abb., 54 Bilder, 3 Tabellen, 1 Nivellement (4 Teile), 60 Profile, 3 Karten (6 Teile).  
ISBN 3-88009-009-2 (DM 20,—)
- Heft 11: MÜLLER, Konrad (1971)  
Arbeitsaufwand und Arbeitsrhythmus in den Agrarlandschaften Süd- und Südostfrankreichs: Les Dombes bis Bouches-du-Rhone. – 64 S., 18 Karten, 26 Diagramme, 10 Fig., zahlreiche Tabellen.  
ISBN 3-88009-010-6 (DM 25,—)
- Heft 12: OBENAUF, K. Peter (1971)  
Die Enneris Gonoa, Toudoufou, Oudingueur und Nemağayesko im nordwestlichen Tibesti. Beobachtungen zu Formen und Formung in den Tälern eines ariden Gebirges. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 70 S., 6 Abb., 10 Tab., 21 Photos, 34 Querprofile, 1 Längsprofil, 9 Karten.  
ISBN 3-88009-011-4 (DM 20,—)
- Heft 13: MOLLE, Hans-Georg (1971)  
Gliederung und Aufbau fluviatiler Terrassenakkumulation im Gebiet des Enneri Zoumri (Tibesti-Gebirge). – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 53 S., 26 Photos, 28 Fig., 11 Profile, 5 Tab., 2 Karten.  
ISBN 3-88009-012-2 (DM 10,—)

## Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin,  
Altensteinstraße 19, D-1000 Berlin 33 (Preise zuzüglich Versandkosten)

---

- Heft 14: STOCK, Peter (1972)  
Photogeologische und tektonische Untersuchungen am Nordrand des Tibesti-Gebirges, Zentral-Sahara, Tchad. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 73 S., 47 Abb., 4 Karten.  
ISBN 3-88009-013-0 (DM 15,—)
- Heft 15: BIEWALD, Dieter (1973)  
Die Bestimmungen eiszeitlicher Meeresoberflächentemperaturen mit der Ansatztiefe typischer Korallenriffe. – 40 S., 16 Abb., 26 Seiten Figuren und Karten.  
ISBN 3-88009-015-7 (DM 10,—)
- Heft 16: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. III. Feldarbeiten 1966/67 (1972)  
156 S., 133 Abb., 41 Fig., 34 Tab., 1 Karte.  
ISBN 3-88009-014-9 (DM 45,—)
- Heft 17: PACHUR, Hans-Joachim (1973)  
Geomorphologische Untersuchungen im Raum der Serir Tibesti (Zentralsahara). – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 58 S., 39 Photos, 16 Fig. und Profile, 9 Tabellen, 1 Karte.  
ISBN 3-88009-016-5 (DM 25,—)
- Heft 18: BUSCHE, Detlef (1973)  
Die Entstehung von Pedimenten und ihre Überformung, untersucht an Beispielen aus dem Tibesti-Gebirge, Republique du Tchad. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 130 S., 57 Abb., 22 Fig., 1 Tab., 6 Karten.  
ISBN 3-88009-017-3 (DM 40,—)
- Heft 19: ROLAND, Norbert W. (1973)  
Anwendung der Photointerpretation zur Lösung stratigraphischer und tektonischer Probleme im Bereich von Bardai und Aozou (Tibesti-Gebirge, Zentral-Sahara). – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 48 S., 35 Abb., 10 Fig., 4 Tab., 2 Karten.  
ISBN 3-88009-018-1 (DM 20,—)
- Heft 20: SCHULZ, Georg (1974)  
Die Atlaskartographie in Vergangenheit und Gegenwart und die darauf aufbauende Entwicklung eines neuen ErdAtlas. – 59 S., 3 Abb., 8 Fig., 23 Tab., 8 Karten.  
ISBN 3-88009-019-X (DM 35,—)
- Heft 21: HABERLAND, Wolfram (1975)  
Untersuchungen an Krusten, Wüstenlacken und Polituren auf Gesteinsoberflächen der nördlichen und mittleren Sahara (Libyen und Tchad). – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 71 S., 62 Abb., 24 Fig., 10 Tab.  
ISBN 3-88009-020-3 (DM 50,—)
- Heft 22: GRUNERT, Jörg (1975)  
Beiträge zum Problem der Talbildung in ariden Gebieten, am Beispiel des zentralen Tibesti-Gebirges (Rep. du Tchad). – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 96 S., 3 Tab., 6 Fig., 58 Profile, 41 Abb., 2 Karten.  
ISBN 3-88009-021-1 (DM 35,—)
- Heft 23: ERGENZINGER, Peter Jürgen (1978)  
Das Gebiet des Enneri Misky im Tibesti-Gebirge, Republique du Tchad – Erläuterungen zu einer geomorphologischen Karte 1:200 000. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 60 S., 6 Tabellen, 24 Fig., 24 Photos, 2 Karten.  
ISBN 3-88009-022-X (DM 40,—)
- Heft 24: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. IV. Feldarbeiten 1967/68, 1969/70, 1974 (1976)  
24 Fig., 79 Abb., 12 Tab., 2 Karten.  
ISBN 3-88009-023-8 (DM 30,—)
- Heft 25: MOLLE, Hans-Georg (1979)  
Untersuchungen zur Entwicklung der vorzeitlichen Morphodynamik im Tibesti-Gebirge (Zentral-Sahara) und in Tunesien. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 104 S., 22 Abb., 40 Fig., 15 Tab., 3 Karten.  
ISBN 3-88009-024-6 (DM 35,—)

## Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin,  
Altensteinstraße 19, D-1000 Berlin 33 (Preise zuzüglich Versandkosten)

---

- Heft 26: BRIEM, Elmar (1977)  
Beiträge zur Genese und Morphodynamik des ariden Formenschatzes unter besonderer Berücksichtigung des Problems der Flächenbildung am Beispiel der Sandschwemmebenen in der östlichen Zentralsahara. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 89 S., 38 Abb., 23 Fig., 8 Tab., 155 Diagramme, 2 Karten.  
ISBN 3-88009-025-4 (DM 25,—)
- Heft 27: GABRIEL, Baldur (1977)  
Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. – Arbeit aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. 111 S., 9 Tab., 32 Fig., 41 Photos, 2 Karten.  
ISBN 3-88009-026-2 (DM 35,—)
- Heft 28: BÖSE, Margot (1979)  
Die geomorphologische Entwicklung im westlichen Berlin nach neueren stratigraphischen Untersuchungen. – 46 S., 3 Tab., 14 Abb., 25 Photos, 1 Karte.  
ISBN 3-88009-027-0 (DM 14,—)
- Heft 29: GEHRENKEMPER, Johannes (1978)  
Rañas und Reliefgenerationen der Montes de Toledo in Zentralspanien. – S., 68 Abb., 3 Tab., 32 Photos, 2 Karten.  
ISBN 3-88009-028-9 (DM 20,—)
- Heft 30: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1978)  
Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I. – 90 S., 38 Abb. und Beilagen, 17 Tab.  
ISBN 3-88009-029-7 (DM 18,—)
- Heft 31: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1980)  
Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm II. – 104 S., 25 Abb., 5 Tab.  
ISBN 3-88009-030-0 (DM 17,—)
- Heft 32: Arbeitsberichte aus der Forschungsstation Bardai/Tibesti. V. Abschlußbericht (1982)  
182 S., 63 Fig. und Abb., 84 Photos, 4 Tab. 5 Karten.  
ISBN 3-88009-031-9 (DM 60,—)
- Heft 33: TRETER, Uwe (1981)  
Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. – 168 S., 102 Abb., 57 Tab.  
ISBN 3-88009-033-5 (DM 40,—)
- Heft 34: GEHRENKEMPER, Kirsten (1981)  
Rezenter Hangabtrag und geoökologische Faktoren in den Montes de Toledo. Zentralspanien. – 78 S., 39 Abb., 13 Tab., 24 Photos, 4 Karten.  
ISBN 3-88009-032-7 (DM 20,—)
- Heft 35: BARSCH, Dietrich & STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1982)  
Erträge und Fortschritte der geomorphologischen Detailkartierung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm III. – 134 S., 23 Abb., 5 Tab., 5 Beilagen.  
ISBN 3-88009-034-3 (DM 30,—)
- Heft 36: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1984)  
Regionale Beiträge zur Geomorphologie. Vorträge des Ferdinand von Richthofen-Symposiums, Berlin 1983. – 140 S., 67 Abb., 6 Tabellen.  
ISBN 3-88009-035-1 (DM 35,—)
- Heft 37: ZILLBACH, Käthe (1984)  
Geoökologische Gefügemuster in Süd-Marokko. Arbeit im Forschungsprojekt Mobilität aktiver Kontinentalränder. – 95 S., 61 Abb., 2 Tab., 3 Karten.  
ISBN 3-88009-036-X (DM 18,—)
- Heft 38: WAGNER, Peter (1984)  
Rezente Abtragung und geomorphologische Bedingungen im Becken von Ouarzazate (Süd-Marokko). Arbeit im Forschungsprojekt Mobilität aktiver Kontinentalränder. – 112 Seiten, 63 Abb., 48 Tab., 3 Karten.  
ISBN 3-88009-037-8 (DM 18,—)

## Berliner Geographische Abhandlungen

Im Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Freien Universität Berlin,  
Altensteinstraße 19, D-1000 Berlin 33 (Preise zuzüglich Versandkosten)

---

- Heft 39: BARSCH, Dietrich & LIEDTKE, Herbert (Hrsg.) (1985)  
Geomorphological Mapping in the Federal Republic of Germany. Contributions to the GMK priority program IV. — 89 S., 16 Abb., 5 Tabellen.  
ISBN 3-88009-038-6 (DM 22,50)
- Heft 40: MÄUSBACHER, Roland (1985)  
Die Verwendbarkeit der geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25) der Bundesrepublik Deutschland für Nachbarwissenschaften und Planung. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm V. — 97 S., 15 Abb., 31 Tab., 21 Karten.  
ISBN 3-88009-039-4 (DM 17,—)
- Heft 41: STÄBLEIN, Gerhard (Hrsg.) (1986)  
Geo- und biowissenschaftliche Forschungen der Freien Universität Berlin im Werra-Meißner-Kreis (Nordhessen). Beiträge zur Werra-Meißner-Forschung I. — 265 S., 82 Abb., 45 Tab., 3 Karten.  
ISBN 3-88009-040-8 (DM 28,—)
- Heft 42: BARSCH, Dietrich & LESER, Hartmut (Hrsg.) (1987)  
Regionale Beispiele zur geomorphologischen Kartierung in verschiedenen Maßstäben (1 : 5 000 bis 1 : 200 000). Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VI. —  
ISBN 3-88009-041-6 (DM 35,—)
- Heft 43: VAHRSON, Wilhelm-Günther (1987)  
Aspekte bodenphysikalischer Untersuchungen in der libyschen Wüste. Ein Beitrag zur Frage spätpleistozäner und holozäner Grundwasserbildung. — 92 S., 12 Abb., 56 Fig., 7 Tab., 1 Karte.  
ISBN 3-88009-042-4 (DM 18,—)
- Heft 44: PACHUR, Hans-Joachim & RÖPER, Hans-Peter (1987)  
Zur Paläolimnologie Berliner Seen.  
ISBN 3-88009-043-2 (*im Druck*)
- Heft 45: BERTZEN, Günter (1987)  
Diatomeenanalytische Untersuchungen an spätpleistozänen und holozänen Sedimenten des Tegeler Sees.  
ISBN 3-88009-044-0 (*im Druck*)
- Heft 46: FRANK, Felix (1987)  
Die Auswertung großmaßstäbiger Geomorphologischer Karten (GMK 25) für den Schulunterricht. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm VII. — 100 S., 29 Abb., Legende der Geomorphologischen Karte 1 : 25 000 (GMK 25).  
ISBN 3-88009-045-9 (DM 18,—)

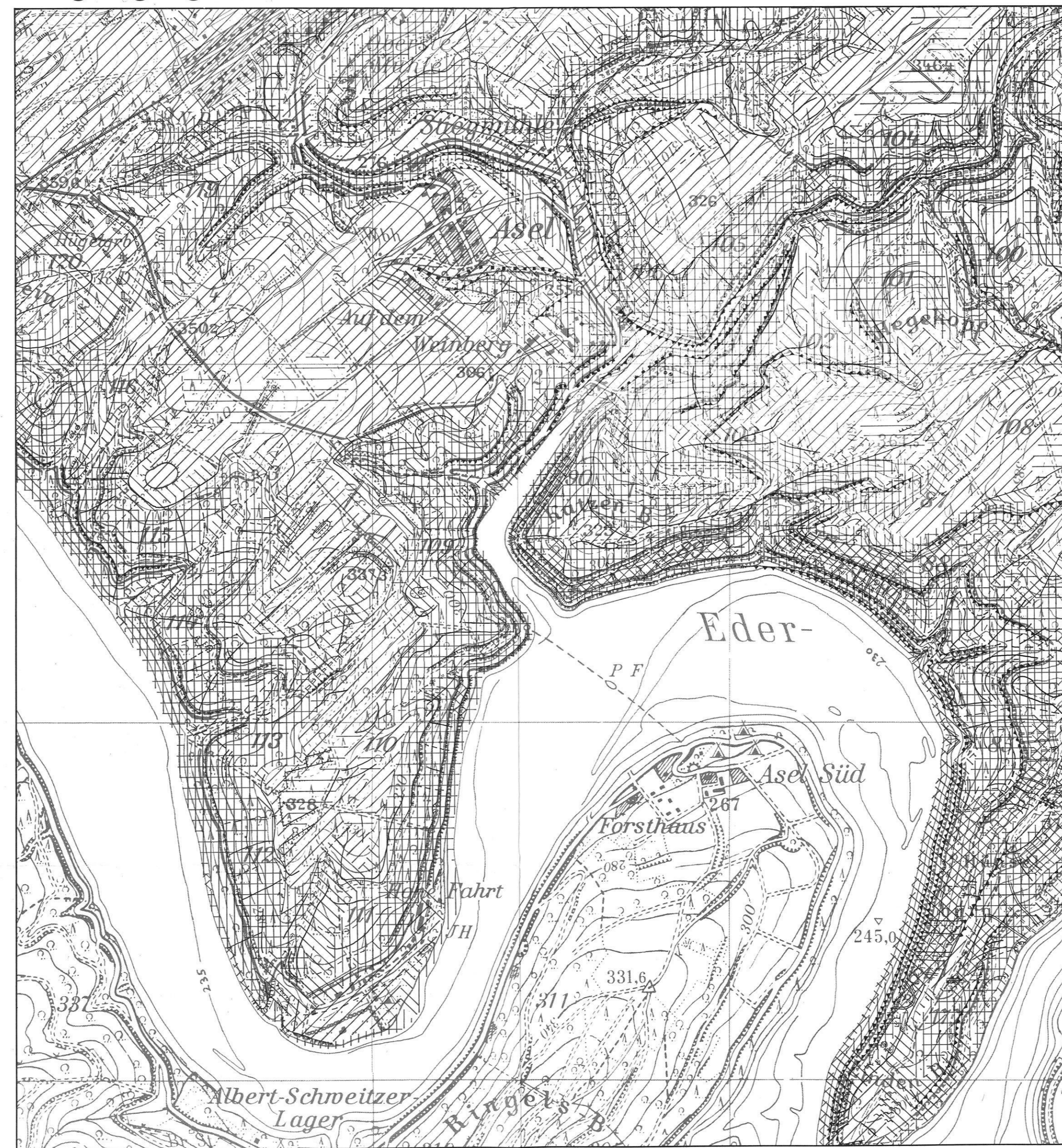


## Topographie



34 95 34 98

## Hangneigungen, Relief und Geländeformen



### 1 Hangneigungen

- 1.1 0°-2°
- 1.2 2°-7°
- 1.3 7°-11°
- 1.4 11°-15°
- 1.5 15°-30°
- 1.6 >30°

### 2 Wölbungen von Hängen und Rücken

- 2.1 konvex konkav Wölbungsradius
- 2.2 6-300m
- 2.3 300-600m

### 4 Stufen und Kanten

- Stufenhöhe
- 4.1 0-1m
- 4.2 1-2m
- 4.3 2-5m
- 4.4 >5m
- Grundbreite
- 4.5 1-5m
- 4.6 5-10m
- 4.7 >10m
- Böschungeneigung
- 4.8 Flachböschung < 15°
- 4.9 Steilböschung 15°-60°

Durch Kombination der Punkte 4.1 bis 4.9 ergeben sich Stufenhöhe, Grundbreite und Böschungeneigung.

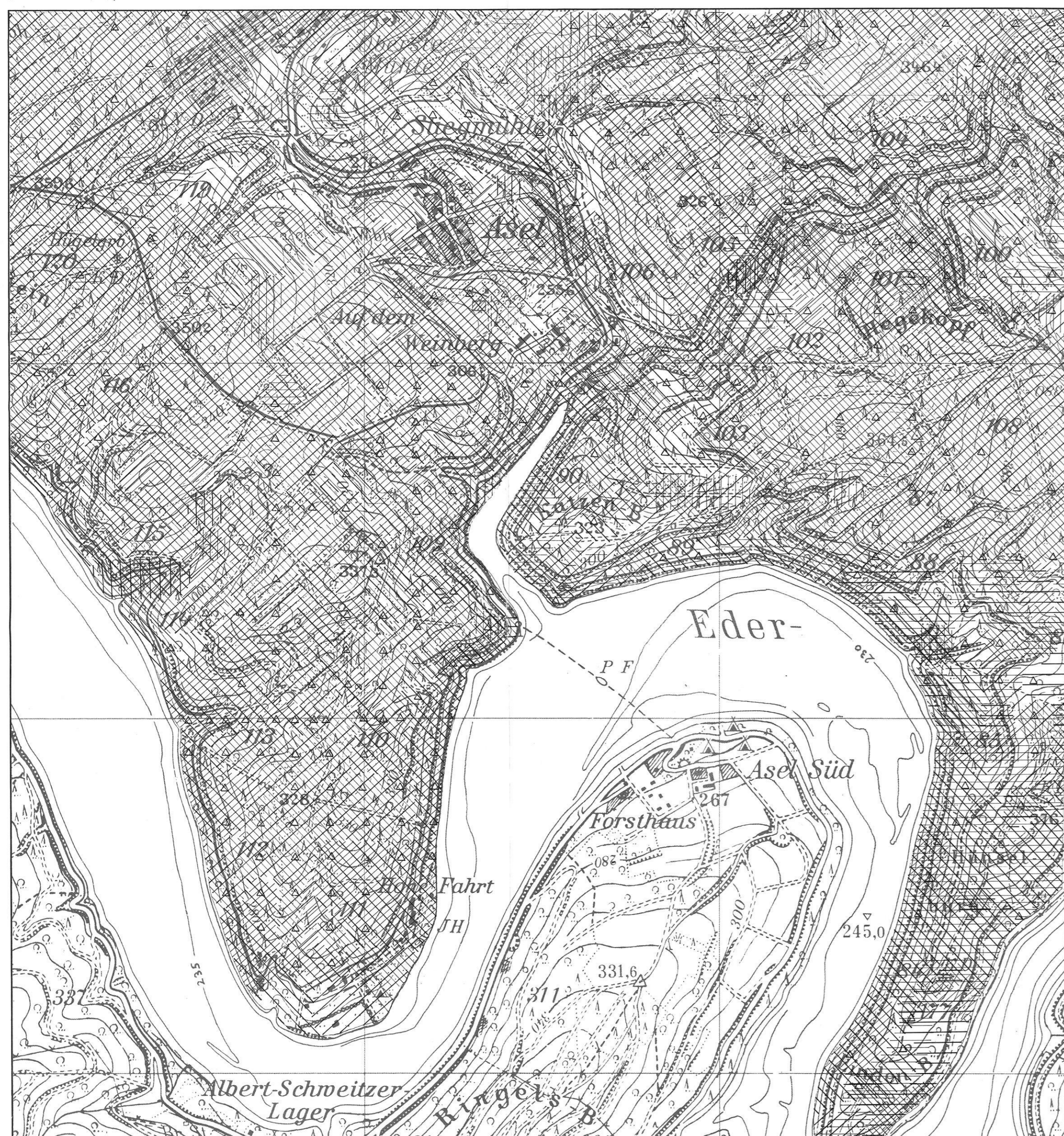
### 8 Substrate

- 8.1 Ton
- 8.2 Schluff
- 8.3 Sand
- 8.4 Lehm
- 8.5 Schutt
- 8.6 tonig
- 8.7 schluffig
- 8.8 sandig
- 8.9 lehmig

### 12 Geomorphologische Prozesse

- | Reliktform | aktuelle Form | Prozess                         |
|------------|---------------|---------------------------------|
| 12.1       |               | flächhafte Abspaltung           |
| 12.2       |               | Rinnenspülung                   |
| 12.3       |               | Steinschlag                     |
| 12.4       |               | Rutschung allgem.               |
| 12.5       |               | Rutschung im Block              |
| 12.6       |               | Solifluktion                    |
| 12.7       |               | Tiefenerosion                   |
| 12.8       |               | planierende Wirkung des Pfluges |
| 12.9       |               | Bildung von Vierritten          |

## Substrat



## Prozesse und Prozeßbereiche



### 5 Täler und Tiefenlinien

- 5.1 Muldental
- 5.2 Sohlental
- 5.3 Kerbtal
- 5.4 muldenförmige Tiefenlinie
- 5.5 kerbförmige Tiefenlinie
- 5.6 Wasserscheide

### 6 Einzelformen, Kleinformen und Rauheiten

- 6.1 Kuppe
- 6.2 Nische
- 6.3 Sporn
- 6.4 Gesims
- 6.5 Grat
- 6.6 Wall
- 6.7 Flachücken
- 6.8 Fächer, Kegel
- 6.9 Hohlweg
- 6.10 Steinische
- 6.11 wellig
- 6.12 stufig

### 13 Geomorphologische Prozeßbereiche

- 13.1 cryogen, gelid
- 13.2 denudativ
- 13.3 strukturell
- 13.4 fluvial
- 13.5 aktuell
- 13.6 hollisch
- 13.7 anthropogen
- 13.8 anthropogen überformt

Die Signatur von polygenetischen Bereichen ergeben sich durch Kombination der Punkte 13.1 bis 13.8

### 14 Hydrographie

- 14.1 Gewässer perennierend
- 14.2 Gewässer zeitweise fließend
- 14.3 Fischleiche
- 14.4 Staunäsee
- 14.5 Quelle , ständig fließend, ungetrüb

### 15 Ergänzende Angaben

- 15.1 Köhlerplatte
- 15.2 Ackerterrasse
- 15.3 Steinbruch
- 15.4 Wasserbehälter